



UNIVERSITAT DE BARCELONA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA

**UNIVERSITAT DE BARCELONA**  
FACULTAT DE GEOLOGIA

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**  
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERS DE CAMINS,  
CANALS I PORTS DE BARCELONA

# **Geoquímica de les platges del litoral de la Costa Brava (Girona)**

**ADRIÀ FERNANDEZ CASTELLS**  
AMB LA DIRECCIÓ DEL PROFESSOR  
**MANEL VILADEVALL SOLÉ**





# INDEX

1. Introducció.....	1
2. Objectius.....	2
3. Municipis integrats en l'estudi.....	3
3.1. Sector turístic dels municipis.....	3
3.2. Economia dels municipis.....	6
4. Platges de l'estudi.....	10
4.1. Descripció de les platges segons el municipi.....	10
5. Mostreig.....	18
5.1. Localització dels punts de mostreig.....	18
5.2. Recollida de mostres de camp.....	27
5.2.1. Descripció del procés utilitzat.....	27
5.2.2. Classificació de les sorres mostrejades.....	28
5.3. Tractament de les mostres de camp al laboratori.....	29
5.3.1. Metodologia utilitzada al tractament de mostres.....	29
5.4. Incidències durant els processos de camp i laboratori.....	36
6. Geologia.....	39
6.1. Geologia dels municipis integrats a la zona a estudiar.....	39
6.2. Geologia del curs dels rius de la zona a estudiar.....	44
7. Resultats.....	53
7.1. Descripció dels resultats de l'anàlisi.....	55
7.2. Tractament estadístic i gràfic dels resultats.....	60
7.2.1. Tractament estadístic univariant.....	60
7.2.2. Tractament estadístic multivariant.....	61
7.3. Anàlisi dels resultats.....	65
8. Conclusions.....	70
9. Bibliografia.....	71

# 1. INTRODUCCIÓ

Avui en dia no es pot entendre el món tal i com el coneixem sense la tecnologia, des de un ordinador, mòbils, components del cotxe, etc. Per poder crear aquesta tecnologia, és necessari 17 elements químics, coneguts com “terres rares”, i en aquest grup també podríem ficar al “coltan” (niobi-tàntal), molt important per la fabricació de material tecnològic, com per la enginyeria aeroespacial. El mateix passa amb el desenvolupament de les energies renovables, essent indispensable l'ús d'aquests elements químics. Aquests elements químics que componen les terres rares són entre d'altres: ceri (Ce), neodimi (Nd), samari (Sm), el terbi (Tb), Iterbi (Yb), lantà (La), luteci (Lu), Itri (Y), i l'escandi (Sc). En el cas del coltan, està compost per dos metalls d'importància com el niobi i el tàntal. El niobi s'utilitza comunament en aleacions especials de alta resistència, mentre que el tàntal s'utilitza molt per a components electrònics i de telecomunicacions. Deixant de banda les “terres rares”, altres elements com poden ser l'urani (U) i el tori (Th) (combustible nuclear més important) són utilitzats per poder crear electricitat amb la energia nuclear, la qual és la quarta en importància en el món. El tori, a més és utilitzat com a component de les làmpades de gas, mentre que el wolfram és utilitzat per la creació dels filaments de les làmpades. El wolfram també serveix com a ús per la creació de resistències dels forns, components de automòbils, i molts més usos. Caldria mencionar que el wolfram té una importància molt elevada per la fabricació d'armes a nivell militar, així com el coltan també.

La tecnologia està avançant a passos gegants, i cada vegada es fabriquen materials que ofereixin un rendiment més òptim, com pot ser els superconductors (conductors elèctrics que ofereixen la mínima resistència al pas del corrent) i, de nou, elements com el wolfram o el tàntal juguen un paper fonamental.

El plom és un element molt utilitzat per la fabricació de bateries, com a coberta de cables. L'arseni s'utilitza com a reforçament de les aleacions de coure i plom per l'ús en bateries de cotxes, en la indústria del vidre, o com a insecticides junt amb el plom o calci. El zinc s'utilitza principalment per protegir l'acer davant de la corrosió, però també en la indústria aeroespacial. En el cas del coure, és el principal material en la fabricació de cables elèctrics (per la alta conductivitat) i de telèfon, tots els equips informàtics solen portar coure als seus circuits, en l'ús de energies renovables (construcció de turbines), components de cotxes, trens, etc

Elements com l'or o la plata, no cal mencionar la importància en l'economia i la riquesa d'un país que pot tindre

Aquests han sigut alguns dels elements que presenten una importància estratègica i econòmica molt important en la societat actual, tots ells indispensables per la fabricació de tecnologia, energia, com a conductors, etc, però tots aquests elements químics provenen dels minerals que componen les roques que formen l'escorça terrestre. És en aquest moment, on la prospecció geoquímica juga un paper fonamental per a la detecció dels jaciments econòmicament viables. Un dels mètodes empleats és l'anàlisi dels sediments de les platges, aportats pels rius, del propi mar, i en menor mesura de altres agents com el vent, etc. Mitjançant l'estudi dels sediments aportats pels rius i rieres, i coneixent la geologia de la zona, podem determinar on es troben les quantitats més interessants dels diferents elements i d'on pot vindre el seu aport.

## 2. OBJECTIUS

Aquest treball tracta d'analitzar les sorres de les platges del litoral gironí de la Costa Brava, des de Blanes on hi ha la desembocadura del riu Tordera, fins arribar al Cap de Begur, uns 3 quilòmetres abans d'arribar a la desembocadura del riu Ter. L'objectiu del treball és determinar la composició de les sorres de les platges, aportades per les rieres i redistribuïdes per la deriva litoral. Un dels mètodes per determinar quantitats importants d'un element químic en prospecció geoquímica és l'estudi dels sediments de les platges, aportats moltes vegades pels rius, els quals amb el seu poder erosiu van erosionant les zones per on passen. Una vegada analitzades les mostres de les sorres recollides, podrem determinar els continguts amb elements com terres rares, urani, tori, or, plom, arseni, zinc, coure i altres. Tots ells, elements indispensables pel desenvolupament de la tecnologia tal com la coneixem (dispositius electrònics, peces d'automòbils, etc), creació d'aliatges metàl·liques resistents, cables elèctrics, components automòbil, i moltes més aplicacions on aquests elements juguen un paper fonamental.

Per dur a terme aquests objectius, haurem de mostrejar 20 litres de sorra en perfils de les diferents platges amb un màxim de 50 i un mínim de 40 mostres. Aquestes es garbellaran en fraccions inferiors a 2 i 1 mil·límetre i s'utilitzarà un jig per les fraccions superiors a 1mm, i un concentrador gravimètric tipus Knelson per les fraccions inferiors a 1mm. Les mostres s'enviaran a Actlabs Ontario (Canadà) on faran la anàlisi mitjançant l'Activació neutrònica per 50 elements.

Amb els resultats obtinguts de l'anàlisi, en primer lloc, veurem quina de les mostres presenta quantitats molt per sobre en alguns dels elements químics, en comparació amb la resta de mostres. En segon lloc, compararem amb la informació geològica aportada pel ICC, i així poder determinar l'aport dels rius o rieres, per identificar la procedència d'aquestes quantitats tan elevades en aquests elements químics. Amb aquest procés podrem determinar les àrees que presenten unes quantitats anòmales en cadascun dels elements, essent àrees susceptibles d'un interès.

### 3. MUNICIPIS INTEGRATS EN L'ESTUDI

#### 3.1. SECTOR TURÍSTIC DELS MUNICIPIS

##### BLANES (Platja de Blanes, Platja de s'Avanell, I Cala de Sant Francesc)

###### *Sector turístic del municipi*

Població (2015): Població resident =>39.132 hab./ No resident present =>8.644/Resident absent => -3.001/ Total => 5.643 / Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el número de persones que hi ha en un municipi de mitja anual)=> 44.755

El total de viatgers allotjats a Blanes al 2014 va ser de 206.977 (+8% que al 2013), el total de pernoctacions a Blanes va ser de 1.210.936 (+11% respecte al 2013), i la total de estada mitjana a Blanes de 5,8 dies, i un 31% de residents a Espanya.

Destaquen les altes estades mitjanes en totes les formules d'allotjament, així com el relatiu poc pes hotelier respecte al pes de l'allotjament en càmpings. (Font: INE, Enquestes d'Ocupació (2014)). Les places hoteleres al 2015 era de 3.574 i les de càmping de 10.929.

##### LLORET DE MAR (Platja Treumal, Santa Cristina, sa Boadella, Fenals, Lloret de Mar, Canyelles)

###### *Sector turístic del municipi*

Població (2015):37.618 hab. / No resident present => 18.621 / resident absent => -2.284 / total => 16.337 / Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el numero de persones que hi ha en un municipi de mitja anual)=> 53.955

El total de viatgers a l'any és de més de 1,2 milions a l'any, essent uns 400.000 residents a Espanya, i uns 800.000 residents a l'estranger. El número de pernoctacions a l'any és de més de 5,8milions a l'any.(Font: INE, Enquestes d'Ocupació (2016))

El numero de places hoteleres al 2015 eren de 29.147 i de càmpings 4.011.

##### TOSSA DE MAR (Platja de Llorell, des Codolar, Gran de Tossa de Mar, Mar Menuda, Pola, Giverola)

###### *Sector turístic del municipi*

Població (2015):5.623 hab. / No resident present => 5.427 / resident absent => -362 / total => 5.065 / Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el número de persones que hi ha en un municipi de mitja anual)=> 10.688

La mitjana d'ocupació hotelera de tota la temporada 2015 s'ha situat en un 57,26%;i la de l'ocupació total, que inclou també els càmpings i els apartaments, en un 43,24%. Les places hoteleres al 2015 eren de 7.517 (46% de l'oferta aprox.) i les de càmping de 6.879 (43% de l'oferta aprox.), a més dels apartaments que representen un 11% aprox. de l'oferta.

## SANTA CRISTINA D'ARO (Cala Canyet)

### ***Sector turístic del municipi***

Població (2015): 5.089 hab. / No resident present => 1.284 / resident absent => -705 / total => 579 / Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el número de persones que hi ha en un municipi de mitja anual) => 5.668

Als anys 80 va haver un increment del turisme, augmentant considerablement la seva població. Els sectors hotelier i del càmping també s'han desenvolupat gràcies al turisme. Les places hoteleres al 2015 eren de 367, i les de càmping de 3.966, a més de les places de turisme rural que eren de 41.

## SANT FELIU DE GUÍXOLS (Platja Sant Feliu de Guíxols, Cala Sant Pol)

### ***Sector turístic del municipi***

Població (2015): 21.586 hab. / No resident present => 3.239 / resident absent => -1634 / total => 1.605 / Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el número de persones que hi ha en un municipi de mitja anual) => 23.191

Les places hoteleres al 2015 eren de 1.813, i les de càmping de 459.

## CASTELL-PLATJA D'ARO (Platja sa Conca, Platja d'Aro, Cala Rovira)

### ***Sector turístic del municipi***

Població (2015): 10.589 hab. / No resident present => 8.512 / resident absent => -914 / total => 7.598 / Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el número de persones que hi ha en un municipi de mitja anual) => 18.187

Les places hoteleres al 2015 eren de 5.549, i les de càmping de 11.247. Municipi eminentment turístic

## CALONGE (Platja Cristus-ses Torretes, Badia Palamós (Extrem Sud), Badia Palamós (Centre))

### ***Sector turístic***

Població (2015): 10.520 hab. / No resident present => 5.682 / resident absent => -983 / total => 4.699 / Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el número de persones que hi ha en un municipi de mitja anual) => 15.219

Les places hoteleres al 2015 eren de 1.232, les de càmping de 8.085, i les places de turisme rural 53. Font de riquesa principal del municipi.

## PALAMÓS(Badia de Palamós (Extrem Nord), Platja Fosca, Platja del Castell)

### ***Sector turístic***

Població (2015):17.911 hab. / No resident present => 4.111 / resident absent => -1205/ total => 2.906 / Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el número de persones que hi ha en un municipi de mitja anual)=> 20.817

Les places hoteleres al 2015 eren de 1.050, les de càmping de 5.235, i les places de turisme rural eren 30.

## PALAFRUGELL (Platja Llafranc, Platja Tamariu)

### ***Sector turístic***

Població (2015):22.733 hab. / No resident present => 6.109 / resident absent => -1713/ total => 4.396 / Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el número de persones que hi ha en un municipi de mitja anual)=> 27.129

Les places hoteleres al 2015 eren de 1.337, les de càmping de 4.752, i les places de turisme rural eren 10.

## BEGUR (Platja Fonda, Platja sa Riera, Platja sa Racó)

### ***Sector turístic***

Població (2015):3.985 hab. / No resident present => 2.171/ resident absent => -541/ total => 1.630 / Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el número de persones que hi ha en un municipi de mitja anual)=> 5.615

Les places hoteleres al 2015 eren de 981, les de càmping de 909.

## TORROELLA DE MONTGRÍ (Platja Pals)

### ***Sector turístic***

Població (2015):11.388 hab. / No resident present => 6.204/ resident absent => -783/ total => 5.421/ Població estacional (estimació de la càrrega de població que suporta cada municipi i mesura el número de persones que hi ha en un municipi de mitja anual)=> 16.809

Les places hoteleres al 2015 eren de 1.744, les de càmping de 14.985, i 8 places de turisme rural.

## 3.2. ECONOMIA DELS MUNICIPIS

### BLANES (Platja de Blanes, Platja de s'Avanell, I Cala de Sant Francesc)

Agricultura, majoritàriament de regadiu, per bé que el seu pes dins l'economia és ínfim. La ramaderia és escassa, només destaca la cria de bestiar boví per a la producció de llet i derivats i alguna explotació avícola. El port de Blanes és l'únic amb activitat pesquera de la comarca. La pesca, principalment d'arrossegament, té encara certa vitalitat.

El sector industrial, localitzat en gran part vora l'estació de ferrocarril, està encapçalat per l'empresa tèxtil Nylstar, que el 1991 adquirí l'antiga empresa SAFA (Societat Anònima de Fibres Artificials), creada el 1923. Altres sectors industrials presents al municipi són l'alimentari (sacrifici de bestiar i conservació de carn), la transformació dels metalls i la fusta. El fort desenvolupament turístic sofert a partir de la dècada de 1950 va afavorir extraordinàriament el sector de la construcció, que arribà a ocupar un important percentatge de la població activa, i que després de patir una recessió considerable; el 2001 donava feina al 15,72% dels treballadors.

El fenomen turístic, desenvolupat a partir de la dècada de 1950, ha comportat un gran canvi en l'economia, provocant un increment de d'urbanització i l'oferta d'allotjaments, que es reparteix entre els nombrosos hotels, hostals, fondes, càmpings i segones residències, amb la conseqüent desfiguració del paisatge. Els serveis oferts als turistes i estiuiejants han esdevingut el principal motor econòmic del terme.

### LLORET DE MAR (Platja Treumal, Santa Cristina, sa Boadella, Fenals, Lloret de Mar, Canyelles)

Té un clar dominador que és el turisme. Es tracta de un municipi que viu des de els anys 50 del sector serveis. Hotels, restaurants, construcció d'apartaments- el turisme ha contribuït perquè la economia de Lloret de mar avanci. Així, per tant, predomina la població ocupada en el sector de serveis i en menor mesura en la indústria i la construcció. L'agricultura i la ramaderia sempre han estat escasses al terme. Les activitats industrials tradicionals han anat desapareixent (teixits de lli al segle XVIII, puntes de coixí i taps de suro al XIX i gèneres de punt més endavant) a mesura que es desenvolupava desorbitadament el sector de serveis i de la construcció a conseqüència de l'onada turística. Es manté encara una certa activitat industrial en els rams alimentari, de la mecànica i els carburants. L'activitat constructora ha disminuït considerablement, amb l'estancament del fenomen turístic. Lloret s'ha convertit en una de les primeres ciutats hoteleres i de destinacions turístiques de l'Estat espanyol i disposa d'un gran nombre de places hoteleres distribuïdes en hotels, pensions i càmpings, així com nombrosos allotjaments paraturístics (apartaments i residències secundàries) i establiments relacionats amb el lleure i el turisme.

## TOSSA DE MAR (Platja de Llorell, des Codolar, Gran de Tossa de Mar, Mar Menuda, Pola, Giverola)

Durant gran part de la història ha basat la seva economia en la pesca, des de fa algunes dècades es dedica exclusivament al turisme i sector terciari. La important activitat turística del terme explica la preponderància de població ocupada en el sector de serveis. L'agricultura i la ramaderia sempre han estat escasses, per bé que es mantenen algunes petites explotacions al sector planer de la vall baixa de la riera de Tossa. La pesca, una de les activitats predominants al costat de la navegació de cabotatge, caigué en franca regressió davant l'allau turística. La indústria, avui gairebé inexistent, havia tingut molta importància a mitjan del segle XIX gràcies a la indústria tapera, amb 10 fàbriques el 1842 i 300 homes i 10 dones ocupats encara el 1884. L'activitat econòmica fonamental és el turisme, iniciat ja abans de la Guerra Civil de 1936-39, però intensificat des de la dècada de 1950 amb l'afluència en massa comuna a tota la costa. L'àmplia oferta d'allotjament inclou hotels, càmpings i una gran quantitat d'habitatges de residència secundària, així com un generós ventall d'instal·lacions esportives o de lleure.

## SANTA CRISTINA D'ARO (Cala Canyet)

La ramaderia no és gaire representativa al municipi. L'explotació del bosc i d'aigües minerals també han estat activitats econòmiques tradicionals. Pel que fa a les activitats industrials, hi ha empreses de la construcció, potenciades per la implantació del turisme, de fusta, de metall, de pintures i d'alimentació. El turisme, principalment de tipus residencial, ha condicionat l'evolució del municipi. Destaquen les urbanitzacions de Bell-lloc I i II, el Mas Trempat, Pedralta, Rosamar, Romanyà de la Selva, Sant Miquel d'Aro, Vallrepòs, les Teules I i II, Can Reixac, Mas Patxot, Golf Costa Brava i la Roca de Malvet I i II.

S'ha convertit en una economia que, bàsicament, depèn de l'hostaleria, el turisme i el comerç. Santa Cristina d'Aro també n'és un bon exponent, amb gairebé el 83% del seus negocis dedicats al sector terciari.

## SANT FELIU DE GUIXOLS (Platja Sant Feliu de Guíxols, Cala Sant Pol)

L'activitat agrícola, davant la indústria i el turisme, té molt poca importància i es redueix a petits sectors dedicats a hortalisses, cereals i vinya. La pesca ha estat una activitat tradicional de la població, però no ha arribat a tenir mai la importància que ha tingut a Palamós o Roses. Resten en actiu algunes barques del tipus d'arrossegament.

La construcció de vaixells ha tingut un gran prestigi a la població. Continua essent important la fabricació d'embarcacions de pesca i també de barques esportives. Des de la dècada del 1970 el nombre d'empreses sureres ha sofert un important decreixement. El suro alterna amb altres indústries, com la metal·lúrgica, l'alimentària i de materials de construcció.

El sector terciari és el més important de l'activitat econòmica del municipi, ja que ocupa la meitat de la població activa. El turisme també té molta importància.

L'activitat marinera i portuària ha estat una de les grans fonts de riquesa del municipi.



### CASTELL-PLATJA D'ARO (Platja sa Conca, Platja d'Aro, Cala Rovira)

Trobem un predomini total de les empreses de la construcció i d'activitats derivades (fusta i metall). Sempre lligat amb la incidència del turisme, disposa d'una gran quantitat de botigues. La major part d'aquests comerços són establerts a Platja d'Aro. L'evolució del turisme al municipi difereix lleugerament de la dels pobles veïns, ja que augmenta extraordinàriament el sector hotel·ler en comparació a Begur o Pals. De fet, la capacitat d'acolliment turístic d'aquest municipi és una de les més elevades de la Costa Brava a causa del fenomen de Platja d'Aro. El turisme ha comportat la creació d'instal·lacions esportives i de lleure com dos caps de golf, un port esportiu i un parc aquàtic.

### CALONGE (Cristus-ses Torretes, Badia Palamós (Extrem Sud), Badia Palamós (Centre))

La ramaderia, està en regressió. L'explotació forestal, que amb el suro fou una important font de riquesa, és gairebé inexistent.

La crisi continuada del sector i l'aparició del turisme com a font de riquesa substitutiva van motivar el tancament de moltes indústries del suro. La indústria principal a Calonge, com és habitual al litoral gironí, són les empreses de la construcció, encara que també hi ha indústries de fusta i mobles, de metall i de l'alimentació, a més d'empreses aïllades pertanyents a altres sectors.

El turisme, que arribà a Calonge els anys trenta i quaranta del segle XX i que a partir de la dècada del 1960 fou massiu i transformà ràpidament el paisatge tradicional, és la font de riquesa principal del municipi, que disposa d'una àmplia oferta d'allotjaments turístics i de restauració

### PALAMÓS (Badia de Palamós (Extrem Nord), Platja Fosca, Platja del Castell)

L'agricultura, principalment de secà, i la ramaderia, amb bestiar boví i oví, tenen poca importància.

La pesca és una activitat tradicional a Palamós, i el port de pesca es troba en els primers llocs entre els ports de la costa del nord del Principat.

En l'actualitat el sector industrial és, juntament amb el de Sant Feliu de Guíxols, un dels més importants del Baix Empordà. A més de les indústries sureres, destaquen empreses del sector de l'automoció i l'alimentació. Les empreses de construcció han tingut un gran increment amb el turisme, per bé que no ha esdevingut tan important per a l'economia de Palamós com a d'altres municipis veïns del Baix Empordà.

El turisme ha esdevingut l'altra activitat important del terme, com a tota la costa, a partir del 1950, pel que hom troba nombrosos establiments hotelers, restaurants i bars, càmpings, apartaments, cases d'estiueig i de cap de setmana

## PALAFRUGELL (Platja Llafranc, Platja Tamariu)

L'agricultura no és l'activitat principal del conjunt de la població, però els terrenys més planers i més aptes es continuen conreant. L'activitat agrícola es complementa amb la ramaderia. La pesca avui en dia és molt minoritària.

La indústria del suro continua essent un sector important de l'economia de Palafrugell, i diverses fàbriques elaboren taps per a vi i taps de qualitat per a cava que s'exporten a tot el món, paper de suro, aïllants i altres articles i derivats.

Del 1950 ençà el turisme ha desplaçat a un segon terme totes les altres activitats industrials, excepte la construcció. També hi ha indústries de materials per a la construcció i d'altres del ram de l'alimentació.

Palafrugell disposa d'una gran quantitat d'establiments comercials, entre els quals destaquen els d'alimentació, i bancaris. Els establiments i serveis turístics es concentren principalment als nuclis de Calella, Llafranc i Tamariu, i majoritàriament estan oberts durant els mesos d'estiu, cosa que evidencia que, com en altres comarques gironines, el sector de serveis ha evolucionat gràcies al turisme.

## BEGUR (Platja Fonda, Platja sa Riera, Platja sa Racó)

El caràcter accidentat del territori no ha afavorit l'activitat agrícola, que es localitza principalment al sector meridional, el més planer, i en unes poques masies disperses per la resta del territori. L'explotació ramadera és poc important. El nombre de famílies que viuen de la pesca és insignificant. L'explotació minera no ha estat mai gaire significativa. Hom havia explotat ferro, plom, galena argentífera i magnetita.

Dins de l'activitat industrial destaquen empreses de la construcció i de transformació del cautxú.

El sector comercial és ben representat per botigues d'alimentació, de vestir i d'equipaments de la llar, i pel que fa al turisme hi ha diversos establiments hotelers i de restauració.

## TORROELLA DE MONTGRÍ (Platja de Pals)

La pesca ha estat una altra activitat bàsica, localitzada a l'Estartit, però la incidència del turisme ha contribuït decisivament a la seva decadència. La cria de bestiar és un bon complement de l'agricultura, principalment de bovins i aviram.

En el darrers decennis del segle XX s'ha desenvolupat notablement el sector de la construcció gràcies a l'aparició i el creixement del turisme. Un altre ram que ocupa un paper fonamental dins l'economia del municipi és el de les indústries alimentàries, complementades per una gran fàbrica d'envasaments plàstics. Hi ha així mateix empreses dels rams de la fusta, de construcció de petites embarcacions esportives i de pesca, i del metall.

L'activitat comercial, impulsada pel turisme, també ha tingut un increment important al municipi. El turisme és, sens dubte, la principal font de riquesa. A tota la costa proliferen les urbanitzacions, els càmpings, els hotels, els blocs d'apartaments i nombrosos serveis complementaris com bars i restaurants.

## 4. PLATGES DE L'ESTUDI

### 4.1.Descripció de les platges segons el municipi

#### Municipi de Blanes : Platja de s'Avanell , Platja de Blanes i Cala Sant Francesc

**PLATJA DE S'AVANELL** => Guardonada la platja de s'Avanell amb la bandera blava per la seva qualitat. La platja es troba flanquejada per un passeig marítim, on molts són els habitants i turistes que utilitzen aquest extens recorregut per practicar exercici físic i gaudir de un paisatge variat a mesura que caminem cap el sud. Així, la part més propera al poble és la que mostra major nombre de serveis: restaurants, botigues, una oficina municipal de informació turística, etc. A continuació trobem una extensa pineda, on podem trobar un càmping, i finalment arribem a la desembocadura del riu Tordera. La zona més propera a la desembocadura del riu Tordera està poc concorregut, mentre que al extrem oposat la aglomeració pot ser considerable. Una de les mostres que hem agafat es troba a 1,3Km aproximadament de la desembocadura del riu Tordera (el qual neix a les muntanyes del Montseny), i l'altre just a la desembocadura. Es troba entre les platges més llargues del litoral gironí. La pendent de entrada al mar és bastant pronunciada

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud superior als 2.380m de longitud i 32m de amplada de mitja

**PLATJA DE BLANES** => Platja situada entre el port del municipi, en un dels seus extrems, i sa Palomera en l'altre. La platja ha sigut premiada amb la bandera blava. La oferta municipal inclou el Club infantil, un recinte tancat amb monitors especialitzats per activitats pels més petits. La pendent de entrada al mar és pronunciada.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

El Port: Les instal·lacions es reparteixen entre els usos pesquers, gestionats per Ports de la Generalitat, i els usos nàutics i esportius, gestionats, en règim de concessió, pel Club de Vela Blanes.

Longitud de uns 625m aproximadament i 30m de amplada de mitja.

**CALA SANT FRANCESC** => Situada a les afores de Blanes, a uns 2Km del centre de la població, ha sigut guardonada any rere any amb la bandera blava, per la qualitat de les aigües i els seus serveis. Dotada de excel·lents equipaments com dutxes, lloguer de patins i hamaques, i un restaurant, a peu de platja. Rodejada de un bosc de pins, però també de habitatges i apartaments que formen la urbanització. També és probable trobar actiu algun servei de creuer turístic. La pendent de entrada al mar és força pronunciada

Entorn: Semiurbà.

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 200m i una amplada de 35m

## Municipi de Lloret de Mar : Platja de Treumal , Platja de Santa Cristina, Cala sa Boadella, Platja de Fenals, Platja Lloret de Mar, Platja Canyelles

**PLATJA DE TREUMAL** => Està situada en el límit entre els termes municipals de Lloret de Mar i Blanes. Està envoltada per un paisatge de penya-segats coberts de pins. Està flanquejada per un bosc frondós, majoritàriament de pins. Només disposa de dutxes i un petit quiosc. Obtenció de la platja de la bandera blava. Presenta un pendent de entrada al mar pronunciat (aprox. 10%).

Entorn: Natural

Grau d'ocupació: Alta

Longitud de uns 400m i 25m d'ample.

**PLATJA DE SANTA CRISTINA** => Està situada en el límit entre els termes municipals de Lloret de Mar i Blanes. Ha sigut guardonada en varies ocasions amb la bandera blava. Presenta gran quantitat de infraestructures: lavabos, lloguer de hamaques, parasols, un bar a peu de platja, aparcament, i per suposat dutxes. S'hi troba al costat algunes instal·lacions esportives, com pistes de tennis i un hotel. Algunes embarcacions turístiques de visió submarina aprofiten per passar per aquí i recollir passatgers. Està unida amb la cala més petita de Treumal. El pendent de entrada al mar és moderat-pronunciat.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 450m aproximadament i una amplada de 30m.

**CALA SA BOADELLA** => Situada afora del nucli urbà. Protegida per una extensa arbreda i rodejada de penya-segats. Es troba rodejada de un frondós bosc de pi blanc, darrere dels quals es troben alguns allotjaments. Els penya-segats que rodegen la platja tenen aquell color vermellós tan particular de la zona. Platja llarga i estreta, on les roques granítiques que la componen dibuixen una marcada divisió, formant a la vegada petites cales dintre de ella. Fons marí poc profund als primers metres, i després ple de coves, roques i grutes. És una platja que disposa de tots els serveis que es poden esperar: dutxes, serveis i un bar-restaurant. Guardonada amb bandera blava. El pendent de entrada al mar és moderat

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Mitjà

Longitud de uns 200m de llarg i uns 25m de amplada.

**PLATJA DE FENALS** => Situada en una badia arrecerada dels vents per un massís que la separa del nucli-urbà i de la platja de Lloret. Es troba rodejada de hotels i apartaments. Guardonada amb bandera blava. Entre els serveis que s'ofereix: allotjament de parasols, allotjament de hamaques, esquí aquàtic, patinatge, caiac, restaurants i establiments de venda de productes envasats, zona esportiva i activitats esportives amb monitors. Sol estar ben concorreguda a l'estiu. Al llarg del passeig marítim que la rodeja, trobem dos ambients ben diferenciats. Per una part, cap el nord, trobem la part més urbanitzada, on podem trobar apartaments, bars, restaurants, etc. La part del sud es troba rodejada d'un preciós entorn natural. El pendent d'entrada al mar és pronunciat.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 700m aproximadament i 45m de amplada de mitja.

**PLATJA DE LLORET DE MAR** => Situada en el centre de Lloret de Mar, en ple front marítim del nucli urbà. És la platja més extensa de Lloret de Mar. Amb un passeig marítim que va de cap a cap de la platja. Guardonada amb la bandera blava. Entre les activitats a realitzar es troben: lloguer de parasols, esquí aquàtic, patins, caiac, motos aquàtiques, quioscs de venda de gelats i begudes, restaurants i establiments de venda de productes envasats, zona esportiva i activitats esportives amb monitors. Disposa d'un servei de creuers turístics que connecten amb les poblacions veïnes de Blanes, Tossa de Mar i Sant Feliu de Guíxols durant la temporada d'estiu. Disposa també d'un Club Nàutic que permet una zona per embarcacions de vela lleugera, rem i a motor, a més entre les activitats que realitzen hi ha cursos de vela i competició, sortida d'embarcacions al mar, etc. La pendent de entrada al mar és pronunciada (aprox. 10%).

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de més de 1,6Km i 45m de amplada de mitja.

**PLATJA CANYELLES** => Situada al front marítim de la urbanització de Canyelles. Està flanquejada per un petit port esportiu. Es troba amb prou feines a tres quilòmetres al nord del nucli urbà de Lloret de Mar. La platja està dividida per una gran roca que es troba just a la riba, coneguda com la Roca del Mig, on la part esquerra rep el nom de platja de sa Somera. A la platja de Canyelles s'hi troba l'únic port esportiu de Lloret de Mar, tractant-se d'un petit embarcador que allotja embarcacions de petit calat, la majoria llanxes esportives. Associat a ell s'hi troba el Club Nàutic de Cala Canyelles. A més, a la cala hi arriba la línia de embarcacions turístiques, que permet recórrer el litoral de la Costa Brava des de Blanes fins a Sant Feliu de Guíxols

Els penyasegats es troben plens de pins que rodegen la platja. Serveis de que disposa la platja: activitats esportives, lloguer gandules, lloguer parasols, port proper, quiosc-balneari, restaurant, quiosc de venda de gelats i begudes, i també disposa d'un petit parc infantil on poden jugar els nens. Guardonada amb bandera blava. El pendent de entrada al mar és lleugerament pronunciat (5%).

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

El Port: Lloret disposa d'un port esportiu a la platja Canyelles on es poden amarrar embarcacions mitjanes.

Longitud de més de 400m i 40m de amplada de mitja.

### Municipi de Tossa de Mar : Platja de Llorell, Platja des Codolar, Platja Gran de Tossa de Mar, Platja de la Mar Menuda, Cala Pola, Cala Giverola

**PLATJA DE LLORELL** => Platja que es troba entre Lloret de Mar i Tossa de Mar, situada a uns 3,5Km del nucli urbà de Tossa de Mar. Just enmig hi ha una roca que divideix la cala en dos parts, la de Garbí (zona sud) i la de Llevant (al nord), en referencia al nom del vents. Està limitada al nord per la punta de sa Boquera, i al sud pel Cap de Bou, i es troba dintre d'una urbanització que la rodeja, oferint molts serveis als seus visitants. S'hi poden practicar moltes activitats lúdiques en aquest entorn com llogar caiacs, un bar, restaurant, club esportiu per la pràctica de esports aquàtics, zona de creuers, submarinisme, esquí nàutic, vela, zona d'atracada i varada de vaixells . Junt a la platja s'hi troba un càmping que rep el nom d'una de les cales que componen la platja. Degut a la presència de la urbanització i del càmping, rep un gran numero de banyistes.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 450m aproximadament i 40m de ample.

**PLATJA DES CODOLAR** => Situada en el nucli històric de Tossa de Mar, aquesta petita platja segueix essent lloc de partida de pescadors i lloc de pas per caminants. Degut a trobar-se tan a prop del centre de Tossa de Mar, sol estar bastant freqüentada durant els mesos d'estiu. En temporada alta posseeix una bona quantitat de serveis pels banyistes, un txiringuito, lloguer de gandules, lloguer de parasols i de caiacs. El pendent d'entrada al mar és moderat.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 80m aproximadament i 70m de ample.

**PLATJA GRAN DE TOSSA DE MAR** => Flanquejada per nombrosos hotels i apartaments. El passeig marítim que hi ha, està ple de restaurants, geladeries i bars. Els vaixells de excursions amarren a la Platja de Tossa arenosa, que lis atribueix una part de la mateixa platja als propietaris dels vaixells privats i que una part considerable de la sorra estigui ocupada, durant la temporada d'estiu, per les hamaques dels turistes, essent molt reduïda pels banyistes "normals". Obtenció de la platja de la bandera blava per la qualitat dels seus serveis. Disposa de tot tipus de serveis: club nàutic, creuers turístics, zona de varada, lloguer de parasols, lloguer de hamaques, patinatge, caiacs, i embarcacions de vela lleugera. La qualitat de l'aigua és habitualment bona però corre el perill de deteriorar-se pels vaixells de motor tan freqüents. Es segueix mantenint la tradició pesquera, per lo qual és habitual trobar treballadors amb les xarxes per sortir al mar. Vaixells acostumen a atracar a la platja per tal que pugin i baixin passatgers.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 400m i 50m de amplada de mitja.

**PLATJA DE LA MAR MENUDA** => Es troba en l'extrem nord de la localitat de Tossa de Mar, a uns deu minuts a peu del centre històric. Disposa de bandera blava. Entre els serveis que ofereix: lloguer de hamaques, lloguer de parasols, lloguers de caiacs, restaurants, embarcacions de vela lleugera i submarinisme. Aquí només pocs vaixells de motor circulen prop de la platja i l'aigua és habitualment de millor qualitat que la Gran de Tossa de Mar. A l'estiu s'amarren alguns petits vaixells que permeten veure el fons marí, i és igualment la base de varies barques que serveixen als pescadors, essent una zona de varada per barques.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 170m aproximadament i 40m de amplada de mitja.

**CALA POLA** => És al final d'una llengua de mar que penetra a la terra, envoltada de penya-segats completament coberts de pins. S'hi troba a només 4Km del centre de Tossa. És una platja molt animada, ja que junt a ella s'hi troba un càmping molt popular, lo que fa que majoria de banyistes pertanyin a ell. Disposa de varis serveis: un supermercat pertanyent al càmping i txiringuito, i punt d'arribada i sortida de vaixells turístics amb visió submarina que realitza excursions per aquella part de la costa. El pendent de entrada al mar és molt suau.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 65m aprox. i 50m de ample.

**CALA GIVEROLA** => Situada a uns 5Km al nord de Tossa de Mar, entre dos formacions rocoses, la punta de s'Aguilera i la punta Giverola, envoltada de penya-segats i pins. A més de la urbanització on està, hi ha un càmping. Hi han algunes petites embarcacions que efectuen petits recorreguts pel litoral de la zona. Entre altres serveis que s'ofereixen: lloguer de hamaques, lloguer de parasols, submarinisme, hotel amb restaurant, lloguer de caiacs, embarcacions de vela lleugera. El pendent de entrada al mar és molt suau.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 150m aprox. i uns 30m de ample.

### Municipi de Santa Cristina d'Aro : Cala Canyet

**CALA CANYET** => Es troba en Santa Cristina d'Aro, entre Tossa de Mar i Sant Feliu de Guíxols. Es troba en una urbanització de nom Rosamar, rodejada d'escarpats penya-segats coberts de vegetació. No disposa de cap tipus de servei, però sí d'un bar-restaurant. El fons marí és molt rocós. El pendent de entrada al mar presenta és molt suau.

Entorn: Canyet => semiurbà

Grau d'ocupació: Canyet => Mitja

Longitud de uns 70m aprox. i uns 10m de ample.

### Municipi de Sant Feliu de Guíxols : Platja de Sant Feliu de Guíxols, Cala Sant Pol

**PLATJA DE SANT FELIU DE GUÍXOLS** => Ubicada en el casc urbà de la població. La part sud és ideal per a famílies amb nens, i a la part nord hi ha un tram de zona portuària destinat a petites embarcacions i on està prohibit el bany. Disposada d'una depuradora d'aigües residuals i de maquinària especial per a la neteja diària de la sorra. Guardonada amb bandera blava. Disposada de varis serveis: un passeig marítim, restaurants, submarinisme, lloguer de parasols, lloguer de gandules, lloguer de vela i caiacs.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Port: Avui en dia el seu port combina la dedicació pesquera amb la comercial i esportiva. Al 2006 es van renovar les instal·lacions de la dàrsena, que ara disposa d'una capacitat de 430 amarratges per vaixells de fins a 60m d'eslora. També es compona d'un contradic, per amarrar creuers turístics de gran eslora

Longitud d'uns 460m aproximadament i 60m d'amplada de mitja

**PLATJA DE SANT POL** => Flanquejada per dos caps rocallosos coberts de pins: la punta d'en Pau i la Punta del Molar. Compta amb un agradable passeig marítim, on es poden trobar quantitat de bars i restaurants. Guardonada amb la bandera blava. Entre els serveis que ofereix: bar-quiosc, submarinisme, lloguer de parasols, lloguer de gandules, lloguer de vela/caiac patins.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 870m aprox. i uns 50m de ample.

## Municipi de Castell-Platja d'Aro : Platja de Sa Conca, Platja d'Aro, Cala Rovira.

**PLATJA SA CONCA** => Situada junt a la urbanització de s'Agaró. Està formada per dos trams diferenciats, separats per l'illot rocallós de sa Conca, un amb fons sorrenc i l'altre amb nombroses roques. Es troba rodejada d'un frondós bosc de pins. Guardonada amb bandera blava. Entre els serveis que ofereix: bar-txiringuito, lloguer de parasols, lloguer de gandules. Entrada al mar que posseeix una certa pendent.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 400m aprox. i uns 40m de ample.

**PLATJA D'ARO** => Paral·lela al centre de la localitat de Platja d'Aro, es troba propera al seu eix comercial; ple de tendes, supermercats, restaurants, geladeries, etc. Es troba vertebrada pel seu passeig marítim, on podem observar la gran quantitat d'edificis a primera línia de mar. Al final del extrem sud de la platja, s'hi troba la desembocadura del riu Riudaura, i el Club Nàutic. Altres serveis que ofereix: lloguer de parasols, lloguer de gandules, esports nàutics, atracament de creuers. Guardonada amb bandera blava.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Port : Disposa de 829 amarradors, de 6 a 25m d'eslora. Zona de creuers.

Longitud de uns 2.400m aprox. i uns 60m de ample.

**CALA ROVIRA** => Al final de la extensa Platja d'Aro. Si ens fixem, al marge dret de la cala, arriba una riera fins a la platja: es la Riera de Treumal que pràcticament sempre la trobem sense caudal. Entre els serveis amb els que compte: lloguer de parasols, lloguer de hamaques, lloguer de patins aquàtics i txiringuito. Guardonada amb bandera blava. El fons és de sorra en la entrada en el mar, de pendent algú pronunciada, i de roques als pocs metres.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 200m aprox. i uns 30m d'ample.

## Municipi de Calonge : Platja Cristus ses Torretes, Badia Palamós (Extrem Sud), Badia Palamós (Centre)

**PLATJA CRISTUS-SES TORRETES** => La platja ses Torretes firma quasi un continu amb la de Cristus, separades per una roca. Es poden practicar activitats aquàtiques. Presenta activitats com lloguer de hamaques i parasols. Guardonada amb bandera blava. Es troba en mitja d'una zona rocosa, on abunden petites cales.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 270m aprox. i uns 30m d'ample.

**BADIA DE PALAMÓS** => Equipada amb tots els serveis: lloguer de embarcacions de vela lleugera, lloguer de parasols i gandules, creuers turístics. Al passeig marítim, hi ha un gran nombre d'hotels, restaurants, bars i altres comerços. Guardonada amb bandera blava.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 3000m aprox. i uns 50m d'ample.



## Municipi de Palamós : Badia de Palamós (Extrem Nord), Platja Fosca, Platja del Castell

**BADIA DE PALAMÓS** => Al extrem esquerre de la platja, hi ha el port de Palamós.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 3000m aprox. i uns 50m d'ample.

Port: Aquest extrem del port està protegida de les ones pel gran espigó de llevant del port, i per això, és idònia per als esports nàutics de vela. És utilitzat com a servei comercial, turístic, esportiu, pesquer i cultural. Rep gran quantitat de creuers.

**PLATJA FOSCA** => Al llarg de la platja s'estén un agradable passeig marítim. Està dividida en dues parts per la Roca Fosca. Compta amb tot tipus de serveis: zona de submarinisme, lloguer de parasols i gandules. Guardonada amb bandera blava. La pendent de entrada al mar és poc pronunciada. El fons és arenós, i si trobem roques és de manera molt disseminada.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 500m aprox. i uns 40m d'ample.

**PLATJA DEL CASTELL** => Malgrat trobar-se molt a prop del nucli urbà de Palamós, es manté pràcticament verge, gairebé sense edificacions i envoltada d'abundant vegetació. Ofereix múltiples serveis: caiacs, quioscs, activitats esportives, lloguer de parasols i gandules. Pendent de entrada al mar poc pronunciada, i fons marí de sorra.

Entorn: Natural.

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 340m aprox. i uns 60m d'ample.

## Municipi de Palafrugell: Platja Llafranc, Platja Tamariu

**PLATJA LLAFRANC** => Flanquejada per un passeig marítim arbrat. Conté un important port esportiu. Presenta dos àmbits diferenciats: un ple d'embarcacions varades sobre la sorra, més propera al port, i l'altre ocupada pels banyistes. Es troba protegida per una badia. El pendent de entrada al mar és poc pronunciat. Guardonada amb bandera blava. Serveis oferts: hotels, restaurants, lloguer de parasols, gandules, activitats esportives aquàtiques, submarinisme, etc.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 340m aprox. i uns 30m d'ample.

Port: Presenta 140 amarratges, de 6 a 14m d'eslora.

**PLATJA TAMARIU** => Flanquejada per un passeig marítim arbrat amb pins. S'hi troben moltes embarcacions varades a la sorra. El pendent de entrada al mar és força pronunciat i el fons és sorra, a excepció d'algunes roques que hi ha a la part dreta de la platja. Guardonada amb bandera blava. Serveis oferts: lloguer de parasols i gandules, bar, activitats nàutiques, etc.

Entorn: Urbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 200m aprox. i uns 40m d'ample.

## Municipi de Begur: Platja Fonda, Platja sa Riera, Platja sa Racó

**PLATJA FONDA** => Es troba just als peus d'un altíssim penya-segat, recobert de vegetació i pins. El gris fosc dels penya-segats, a l'esquerra, contrasta amb el color vermellós de les roques, a la dreta. No disposa de cap servei, a excepció d'un petit txiringuito que s'instal·la durant els mesos d'estiu. La pendent de entrada al mar és bastant pronunciada.

Entorn: Natural.

Grau d'ocupació: Mitja

Longitud de uns 170m aprox. i uns 30m d'ample.

**PLATJA SA RIERA** => Una de les cales més grans i concorregudes de Begur. Rodejada de penya-segats coberts de vegetació, però al voltant s'hi poden trobar bars, restaurants, i un par d'hotels. Disposa de tots tipus de serveis: lloguer de parasols i gandules, i un club nàutic, en el que es poden realitzar activitats esportives relacionades amb el mar. Guardonada amb bandera blava.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 200m aprox. i uns 50m d'ample.

**PLATJA SA RACÓ** => Situada just darrere del massís de Begur. La pendent de entrada al mar és bastant pronunciada, i el fons marí és de sorra, amb algunes roques aïllades. Una de les característiques naturals pròpies d'aquesta platja són les seves dunes, acumulacions de sorra transportades pel vent. En aquestes comarques són conseqüència del fort vent del nord, la tramuntana que ha aconseguit transportar grans quantitats de sorra, des de el Cap de Roses, fins just abans de les muntanyes de Begur. La platja de sa Racó és petita per si mateixa, lo que passa és que es junta de manera contínua amb la de Pals, que té una longitud quilomètrica. S'hi troben bars, restaurants, txiringuito, molt propers a la platja. Posseeix centres esportius per iniciar-se en esports aquàtics, com la vela o el windsurf, aprofitant les condicions òptimes de vent.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Alt

Longitud de uns 300m aprox. i uns 65m d'ample.

## Municipi de Torroella de Montgrí: Platja Pals

**PLATJA PALS** => Disposa d'un gran sistema de dunes litoral al llarg de la seva platja. Les seves condicions són òptimes per la realització d'activitats aquàtiques, i es poden llogar embarcacions.

Entorn: Semiurbà

Grau d'ocupació: Mitja (en comparació amb la seva longitud tan gran)

Arenal de una longitud de més de 3,5Km. i uns 60m d'ample.

## 5. MOSTREIG

### 5.1. LOCALITZACIÓ DELS PUNTS DE MOSTREIG

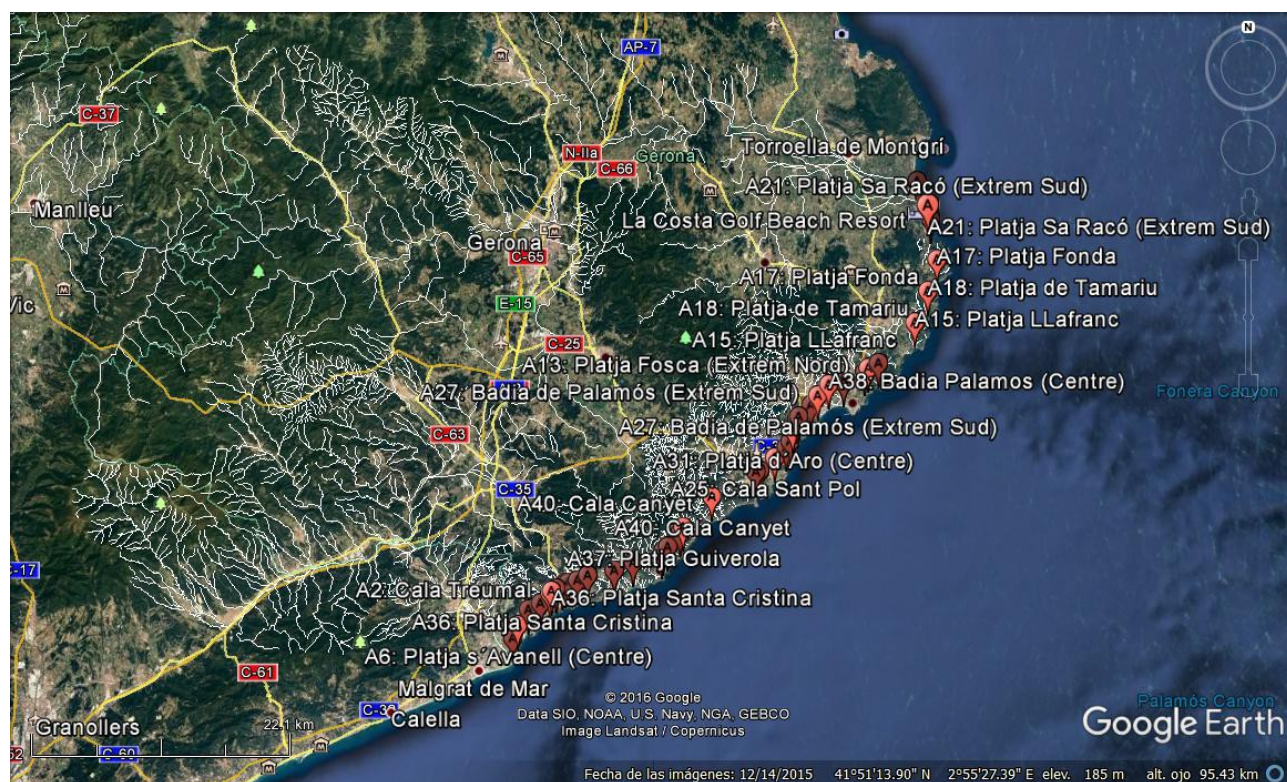
A l'hora d'escollir la quantitat i localització de les mostres de sorra vam tindre en compte varies consideracions prèvies:

- El nombre de mostres havia de estar entre 50 i 40. Menys de 40 no era lo suficientment representatiu, i més de 50 era innecessari.
- A l'hora d'escollir on agafar les mostres, havíem de tenir present que les platges fossin de sorra, i no de roques ni còdols, per la impossibilitat de fer l'anàlisi.
- A l'hora d'escollir on agafar les mostres, havíem de tenir present que les platges tinguéssim rius, o rieres properes que poguéssim fer aportacions a la platja.

Una vegada determinada la quantitat de mostres a recollir (en aquest cas va ser de 40 mostres), presento en un mapa la localització de les mostres a recollir amb la seva numeració, i prèviament el significat de la simbologia amb el nom de la platja que representa.

A1: PLATJA DE LLORET DE MAR (EXTREM SUD)  
A2: PLATJA DE TREUMAL  
A3: PLATJA DE CANYELLES  
A4: PLATJA DE LLORET DE MAR (EXTREM NORD)  
A5: PLATJA DE BLANES  
A6: PLATJA DE S'AVANELL(Centre)  
A7: PLATJA DE FENALS (EXTREM SUD)  
A8: CALA DE SANT FRANCESC  
A9: PLATJA DE LA MAR MENUDA  
A10: PLATJA GRAN DE LA TOSSA DE MAR.  
A11: PLATJA SANT FELIU GUIXOLS. EXTREM SUD  
A12: PLATJA SANT FELIU GUIXOLS. EXTREM NORD  
A13: PLATJA FOSCA (EXTREM NORD)  
A14: PLATJA FOSCA (EXTREM SUD)  
A15: PLATJA LLAFRANC  
A16: PLATJA DE PALS(N42°0'7,62" E3°11'51,33")  
A17: PLATJA FONDA  
A18: PLATJA DE TAMARIU  
A19: PLATJA DEL CASTELL  
A20: PLATJA SA RIERA  
A21: PLATJA SA RACÓ (EXTREM SUD)  
A22: PLATJA LLORELL  
A23: PLATJA D'ARO (EXTREM NORD)  
A24: CALA ROVIRA  
A25: CALA SANT POL  
A26: BADIA PALAMÓS (EXTREM NORD)  
A27: BADIA PALAMÓS (EXTREM SUD)  
A28: PLATJA SA CONCA  
A29: PLATJA D'ARO (EXTREM SUD)  
A30: PLATJA CRISTUS-SES TORRETES  
A31: PLATJA D'ARO (CENTRE)  
A32: PLATJA BOADELLA

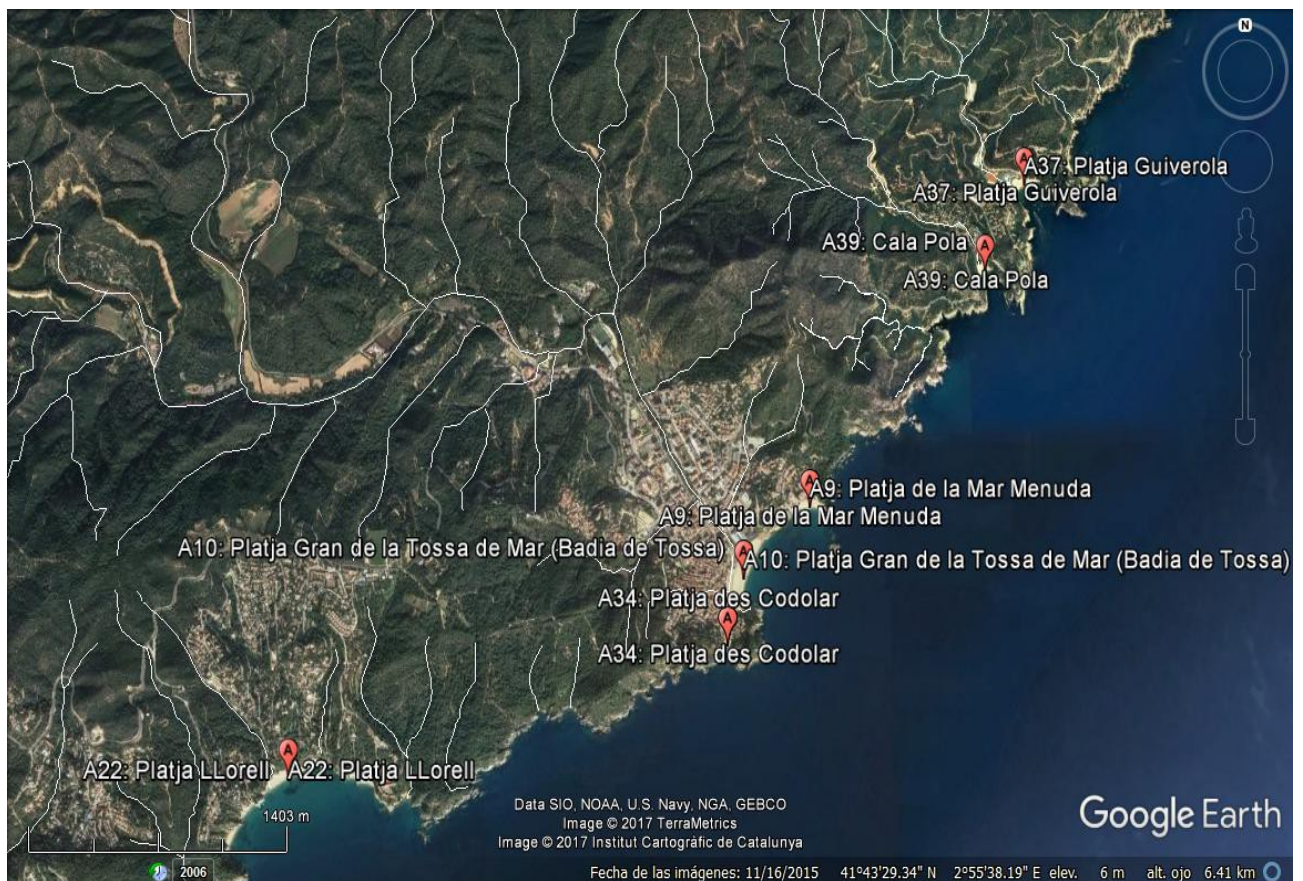
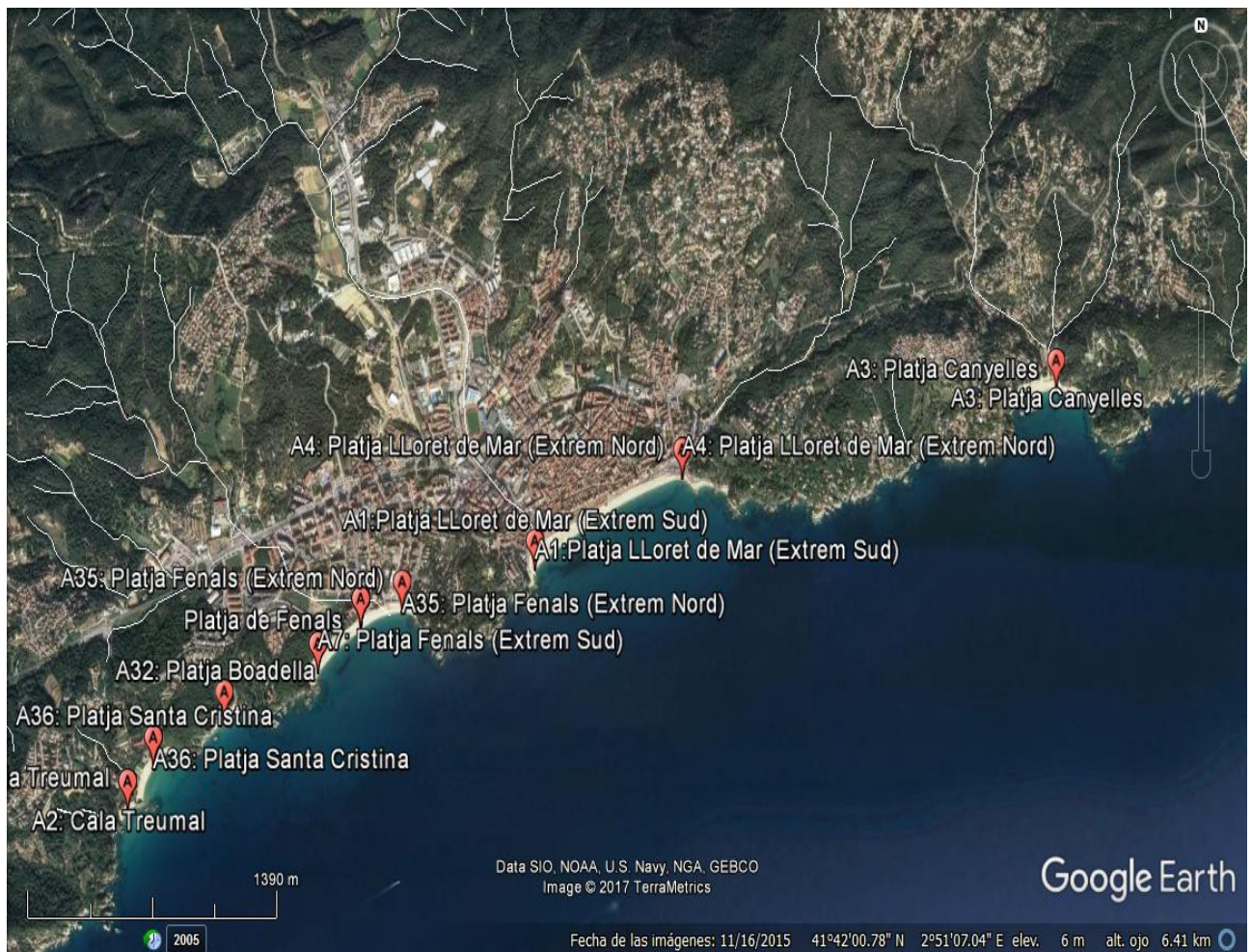
A33: PLATJA DE S'AVANELL (JUNT AL RIU TORDERA)  
 A34: PLATJA DES CODOLAR  
 A35: PLATJA FENALS (EXTREM NORD)  
 A36: PLATJA SANTA CRISTINA  
 A37: PLATJA GUIVEROLA  
 A38: BADIA PALAMÓS (CENTRE)  
 A39: CALA POLA  
 A40: CALA CANYET







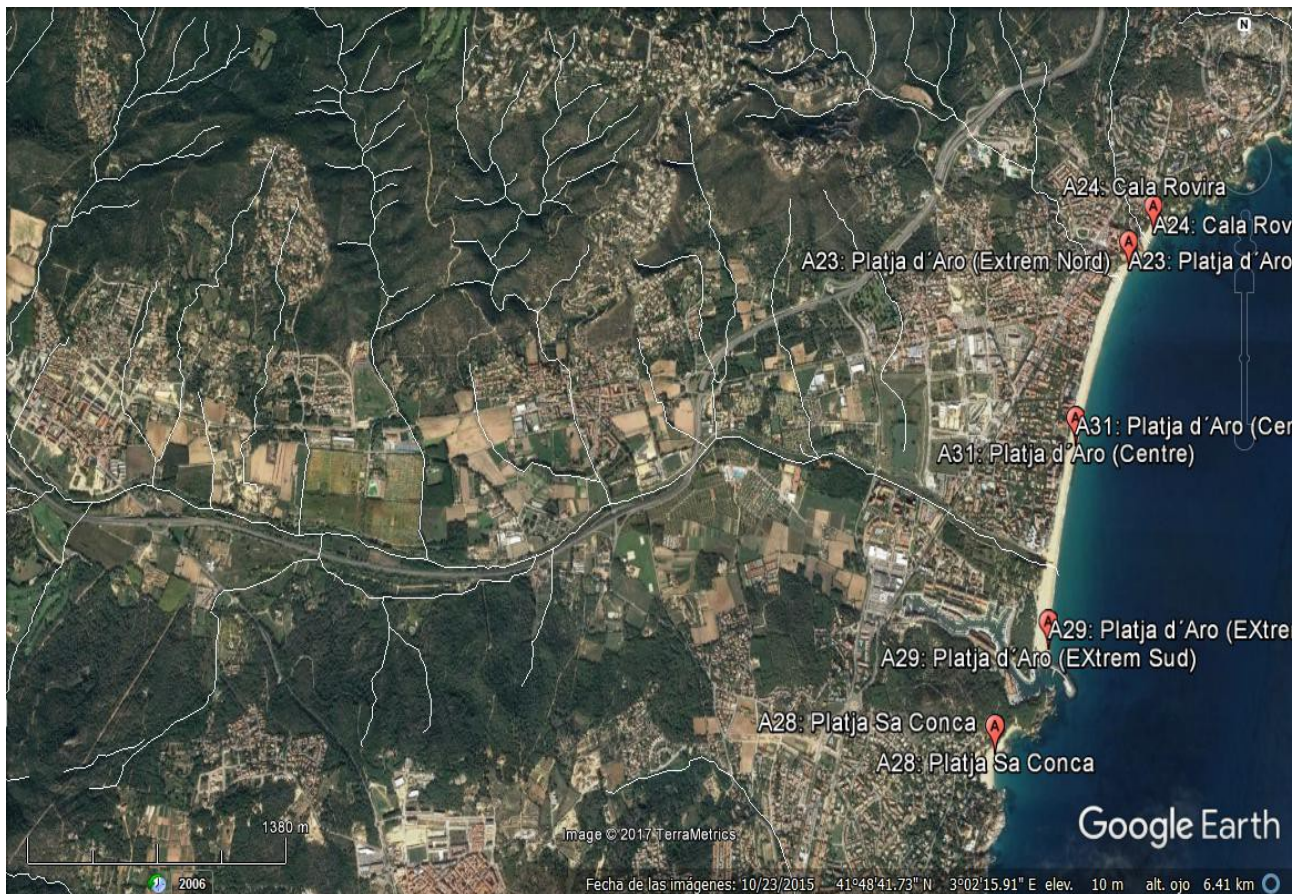
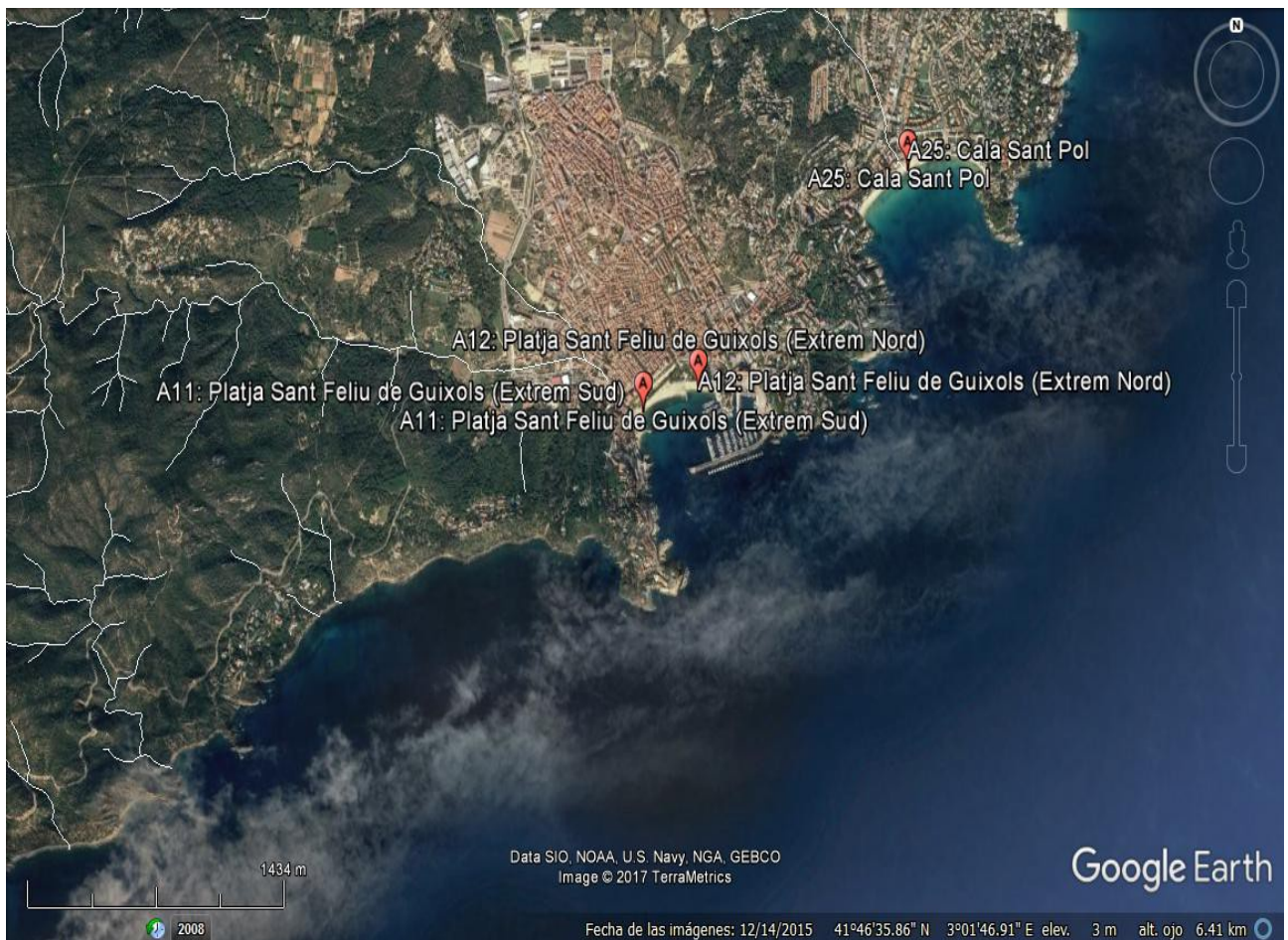




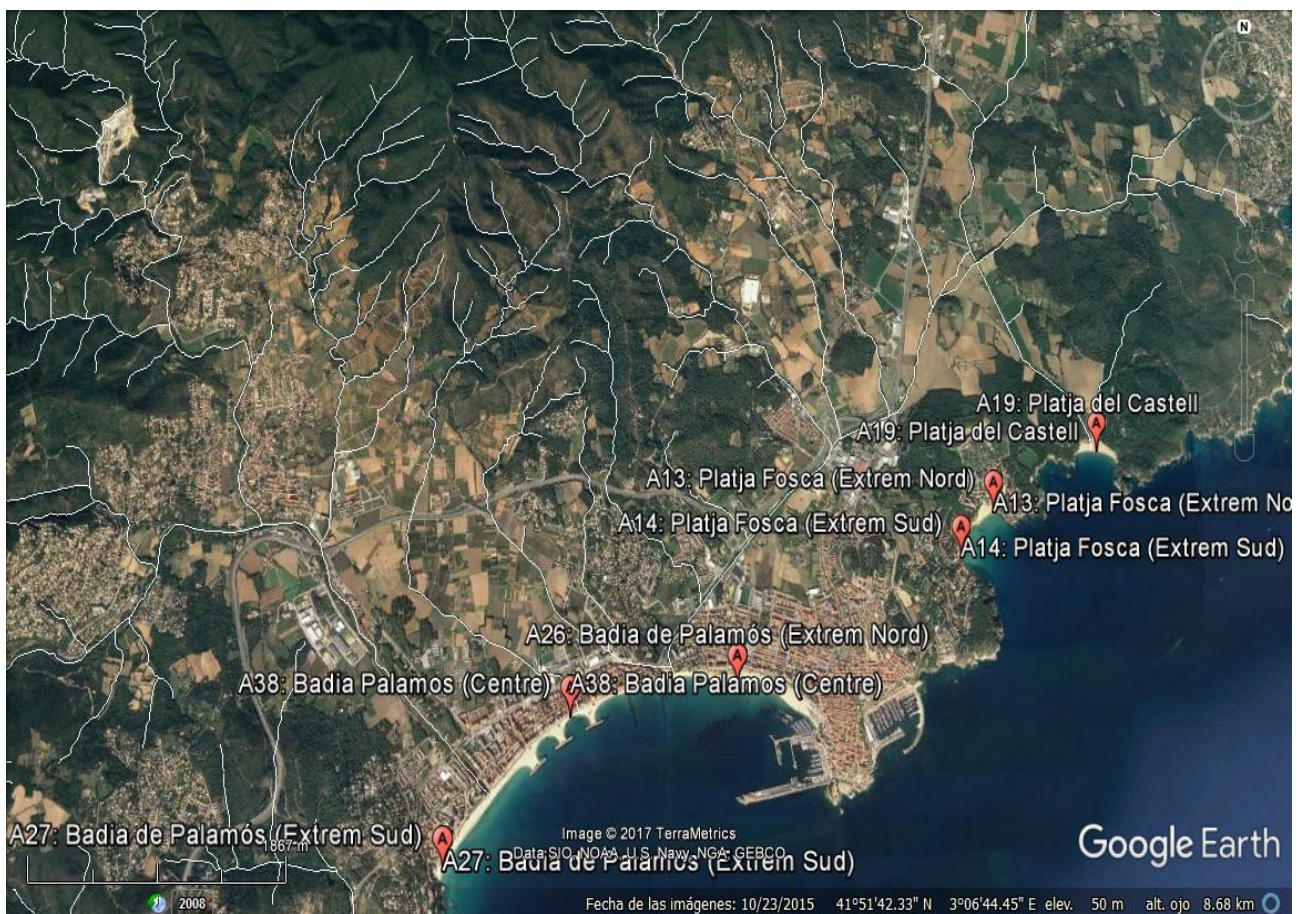
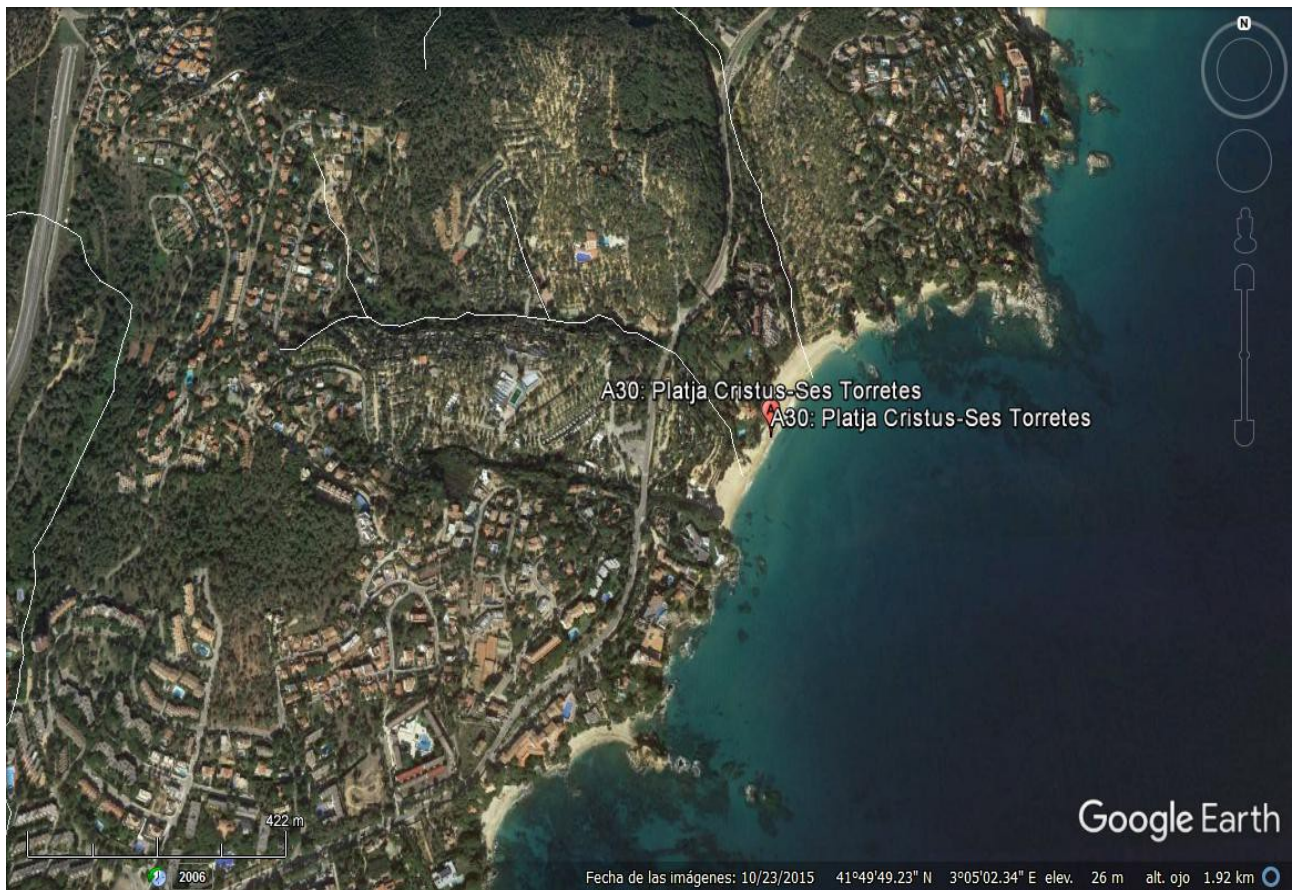




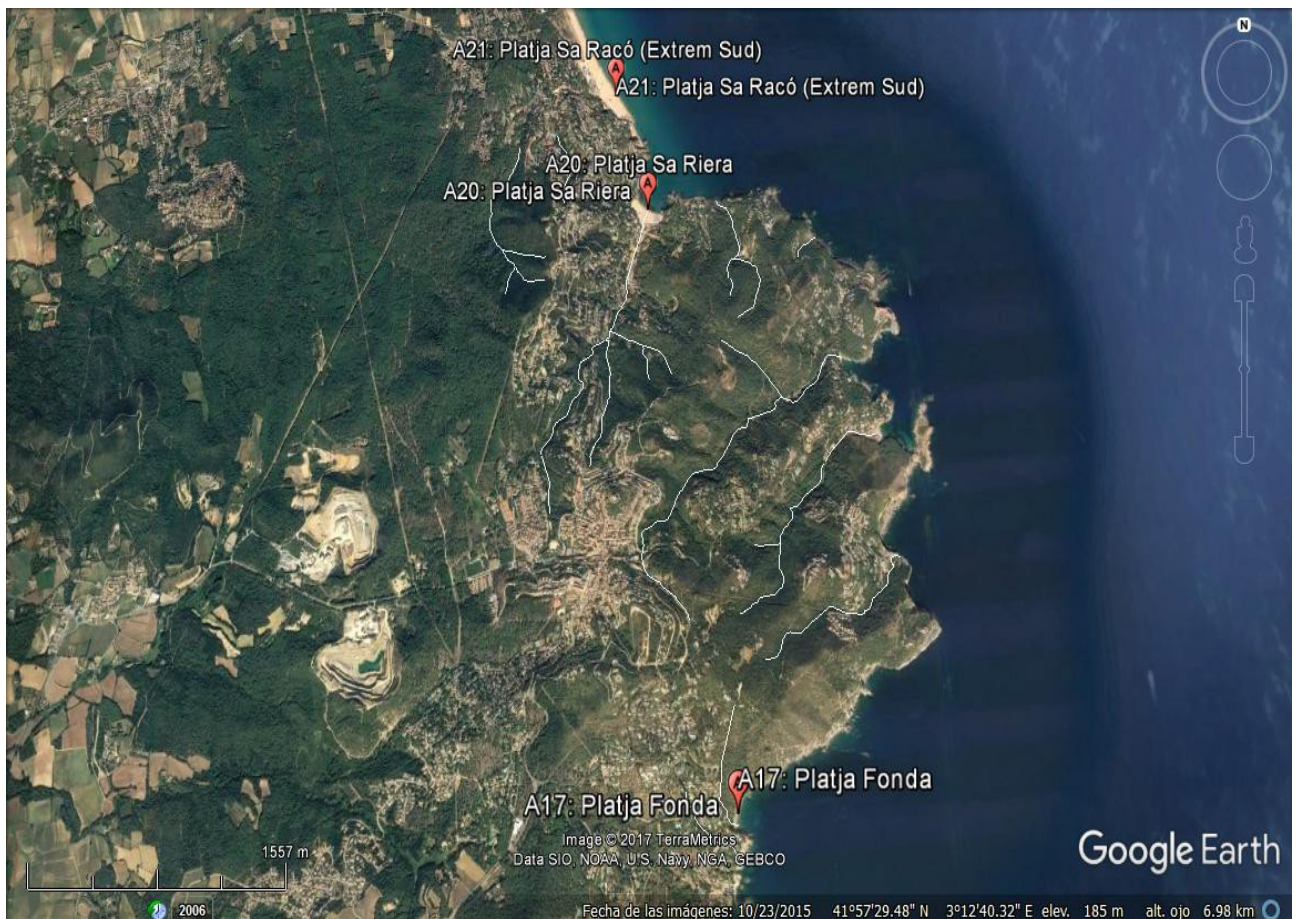
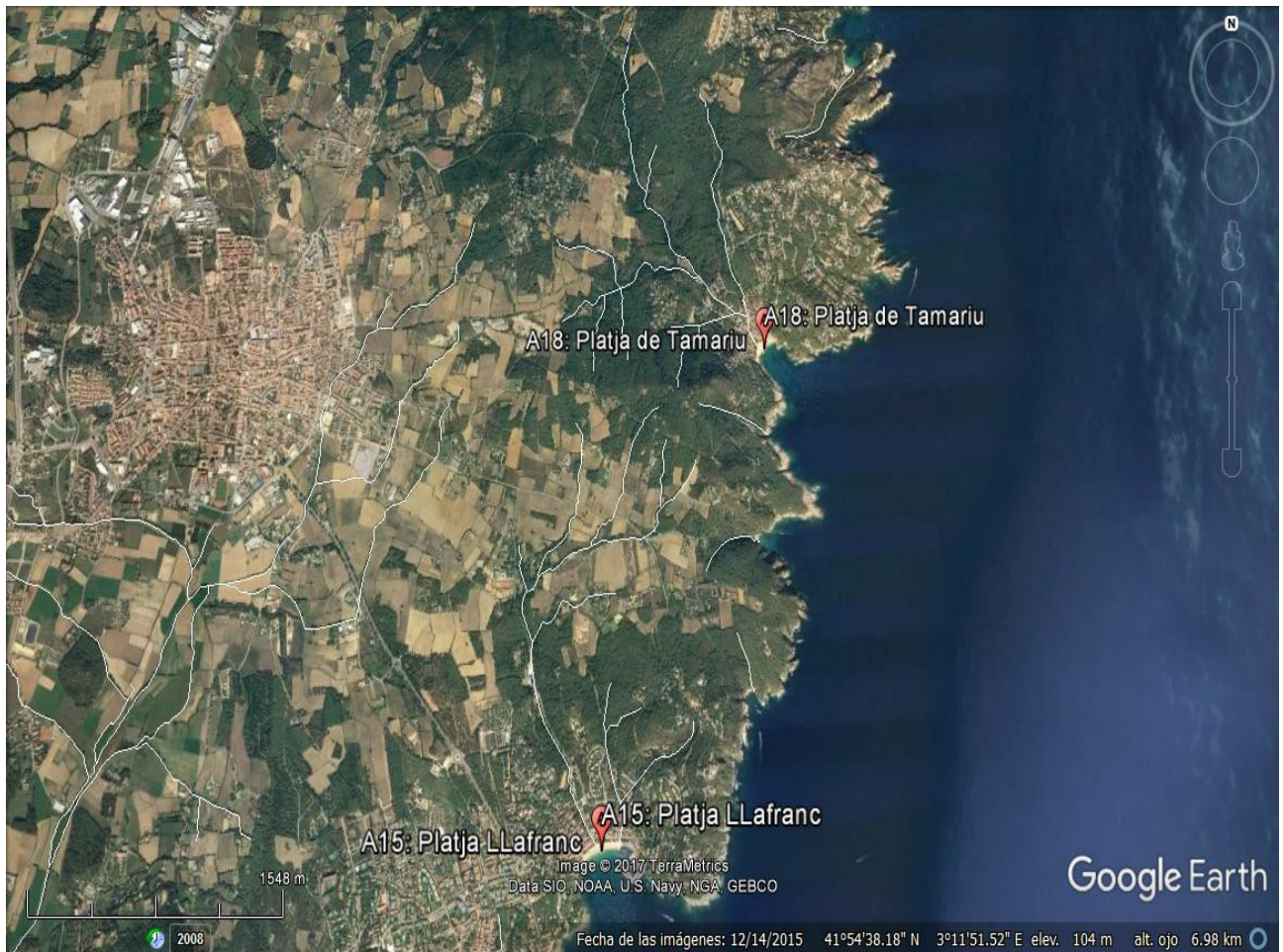




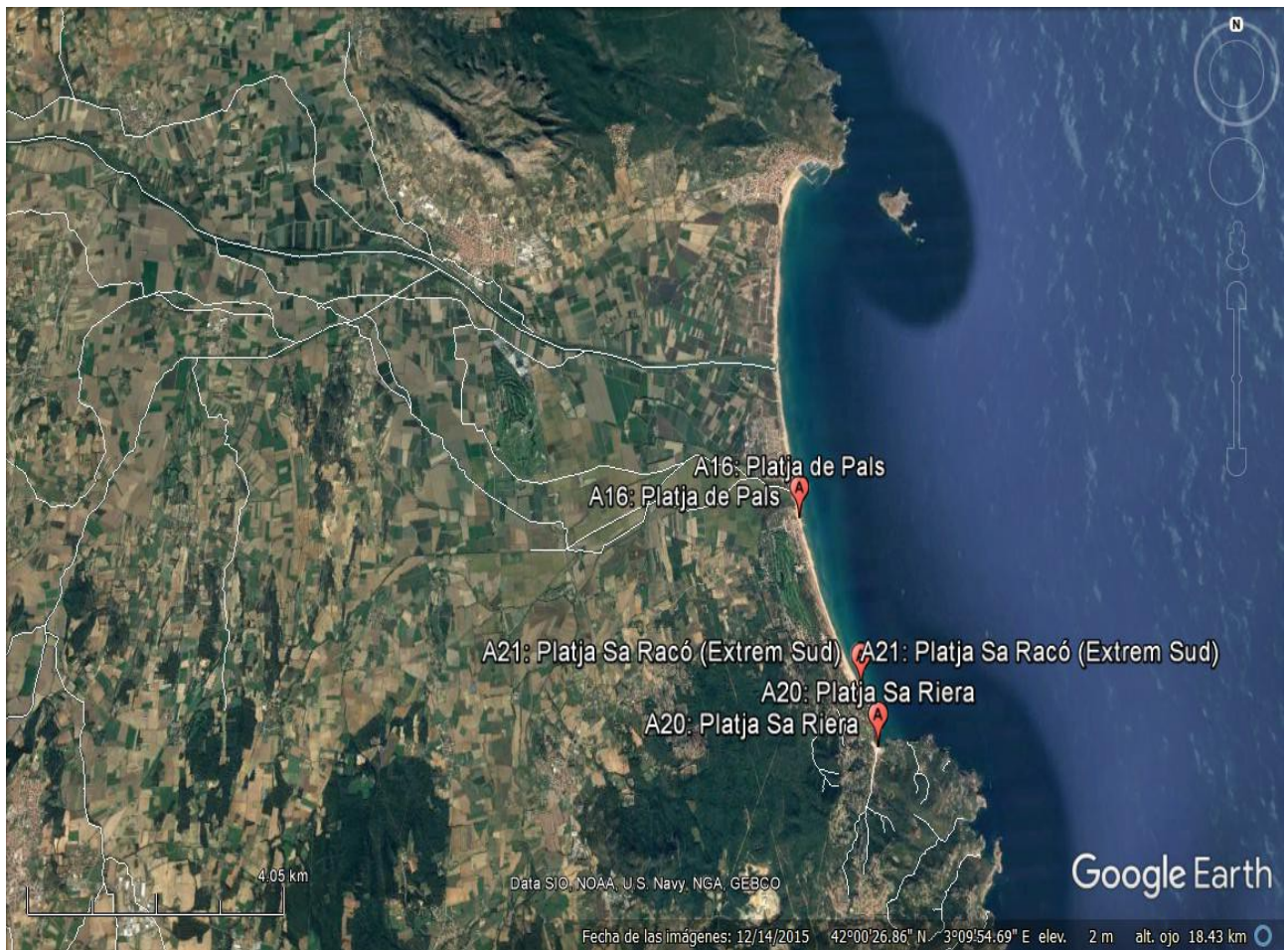












## 5.2. RECOLLIDA DE MOSTRES DE CAMP

### 5.2.1. Descripció del procés utilitzat

A l'hora de recollir les mostres vam seguir una metodologia determinada que aplicàvem de manera sistemàtica:

- Per les platges menors de 500m => 1 mostra al centre de la platja
- Per les platges majors o iguals a 500m => 2 mostres. Una a cada extrem de la platja
- Per les platges de variis quilòmetres de longitud => 3 mostres. Una al centre, i una a cada extrem de la platja.
- Recollida de les mostres prop de la línia de mar que hi ha en aquell moment.
- Excavar uns 50cm de profunditat en els casos on la sorra no estigui neta o susceptible de contaminar-se amb elements antròpics.

La recollida de les mostres va portar variis mesos, degut a varies raons:

- Males condicions meteorològiques durant certs dies
- Impossibilitat durant la setmana de viatjar degut al treball meu
- Temps de viatge considerable
- Localitzacions de les platges en zones de prohibició de circulació de vehicles, on per poder arribar s'havia de caminar durant variis quilòmetres. Eren platges localitzades en zones residencials o urbanitzacions, en zones de càmpings, zones hoteleres, etc
- Gran duració de temps del tamisat de 2mm de les mostres recollides a les platges.

Per a la recollida de les mostres havíem de portar de material en cada viatge:

- Una pala per excavar
- Variis cabassos amb capacitat de 20 litres
- Un tamís de 2mm
- Una vara metàl·lica de 50cm (per mesurar la primera capa de sorra a retirar)
- Un GPS per localitzar la posició de cada mostra.
- Cubell de 10 litres per la recollida de la sorra.

Per la realització del mostreig de les sorres al camp, la metodologia emprada era la següent:

- 1- Elecció del punt de la platja on agafàvem la mostra, segons les consideracions prèvies abans mencionades
- 2- Mesura de les coordenades amb el GPS del punt on agafàvem la mostra
- 3- Excavació amb la pala de 50cm, amb la ajuda de la vara metàl·lica
- 4- Recollida de 10 litres de sorra amb el cubell
- 5- Tamisat de 2mm dels 10 primers litres de sorra i abocament al cabàs de 20 litres
- 6- Repetició dels processos (4) i (5)

### 5.2.1. Classificació de les sorres mostrejades

Per dur a terme la classificació de les sorres, vaig emprar un model propi, en el qual poder catalogar les sorres segons el seu gra:

*Graves i/o còdols: Grans majors de 3mm en la seva majoria*

*Sorra de gra molt gruixut: Grans majors de 2mm en la seva majoria. Requereix molt esforç per passar grans menors de 2mm pel tamís de 2mm.*

*Sorra de gra gruixut: Grans majors de 2mm, però inferiors a 3 en la seva majoria. Requereix menys esforç que abans per fer passar els grans menors de 2mm.*

*Sorra de gra mitja: Grans inferiors a 2mm, però superiors a 1mm en la seva majoria*

*Sorra de gra fi: Grans inferiors a 1mm en la seva majoria, però que requereixen de un cert esforç per fer-la passar pel tamís de 1mm.*

*Sorra de gra molt fi: Grans inferiors a 1mm pràcticament en la seva totalitat i que no requereixen de cap mena d'esforç per fer-la passar pel tamís de 1mm.*

Així, una vegada determinat el model a emplenar, només havíem de mesurar la quantitat tamisada en els tamisos de 2 i 1mm de cada mostra. Segons hagués més o menys material retingut en els tamisos de 2 i 1 mm, classificava les mostres d'aquesta manera:

A1: Gra gruixut i color blanquinós-daurat

A2: Gra fi i color blanquinós.

A3: Gra gruixut i color blanquinós-daurat

A4: Gra gruixut i color blanquinós-daurat.

A5: Gra gruixut-mitja i color daurat

A6: Gra gruixut-mitja i color daurat

A7: Gra gruixut i color blanquinós- daurat

A8: Gra gruixut-mitja i color daurat

A9: Gra mitja-fi i color daurat

A10: Gra mitjà-fi i color daurat

A11: Gra mitja-fi.

A12: Gra molt fi

A13: Gra molt fi

A14: Gra molt fi

A20: Sorra gruixuda en menys de un 5%. No graves

A21: Sorra gruixuda en menys de un 5%. No graves

A17: Graves-sorra de gra gruixut. Es poden trobar gran quantitat de trossos de roca de fins a 20 mm o més al llarg de la platja. Es una sorra molt diferent de la resta, degut no només al seu temany de les partícules que la conformen, sinó també al color gris tan característic.

A19: Sorra gruixuda en menys de un 5%. Sorra fina-mitjana. Color daurat

A18: Graves, en la seva gran majoria grans iguals o majors de 3mm.

A16: Gra molt fi

A15: Gra molt fi i daurada.

A20: Sorra de gra mitjà. Mínim percentatge de gra fi. Color daurat

A21: Sorra de gra mitja-fi. Percentatge semblant de gra mitjà i fi. Color daurat.

A27: Sorra molt fina I daurada.

A26: Sorra molt fina I daurada

A25: Sorra fina

A23: Sorra gruixuda I daurada.

A24: Sorra gruixuda

A28: Sorra de gra mitjà i daurada

A22: Sorra gruixuda

A29: Sorra de gra mitja-gruixuda i daurada.  
A30: Sorra de gra mitja-fi. Major part de gra mitja que fina. Color daurat.  
A31: Sorra molt gruixuda i daurada.  
A32: Sorra gruixuda i daurada.  
A33: Sorra de gra gruixut i grava  
A34: Sorra de gra gruixut i daurat, amb algun còdol.  
A35: Sorra de gra mitja  
A36: Sorra de gra fi i daurada  
A37: Sorra de gra mitja i daurada, amb còdols de roca, identificats com a pòrfirs i quarz.  
A38: Sorra de gra mitja-gruixut (i part de grava), amb més part de sorra mitja que gruixuda, i de color daurada.  
A39: Sorra de gra mitja-fi, daurada  
A40: Sorra molt fina i daurada.

*Als annexos es mostra el pes de cadascuna de les sorres mesurades en el laboratori...*

## **5.3. Tractament de les mostres de camp al laboratori**

### **5.3.1. Metodologia utilitzada pel tractament de mostres**

L'objectiu d'aquest procés era preparar les mostres per enviar a Actlabs d'Ontario, al Canadà. La descripció del procés a emprar va ser la següent:

#### **1- TAMISAT DE LES MOSTRES RECOLLIDES A LA PLATJA PEL TAMÍS DE 1mm**

1.1- Primerament omplim un cabàs d'aigua, el qual utilitzarem per fer un segon tamisat de 1mm, per tal de reduir la mostra encara més.



1.2- Agafem el tamís de 1mm i el posem dintre del cabàs d'aigua



1.3- Anem agafant amb una pala, sorra dels cabassos de les mostres i posant-ho dintre del tamís de 1mm.



1.4- Reduïm la mostra fent-la passar pel tamís de 1mm. Una part de la resta de material que no passa pel tamís la conservarem, per un posterior anàlisi pel jig.





## 2- PASSADA DE LA MOSTRA INFERIOR A 1mm PEL CONCENTRADOR KNELSON

2.1- Una vegada passada tota la mostra pel tamís d'1mm, la farem passar pel concentrador Knelson. Conectem una mena de tub de plàstic pel orifici de sortida del material residual que sorti de ficar la mostra pel concentrador. Aquest tub estarà dirigit a un cabàs buit, per evitar embossar la pica amb la sorra residual.



2.2- Conectem al endoll el concentrador Knelson, i connectem el concentrador amb l'aixeta d'aigua, ja que sense aigua no es pot utilitzar el concentrador. A continuació, engegarem el concentrador i regulem la pressió de l'aigua fins a 3Pa



2.3- Anem passant la mostra igual o inferior a 1mm pel concentrador amb l'ajuda de la mànega per facilitar la entrada de la sorra per l'embut.

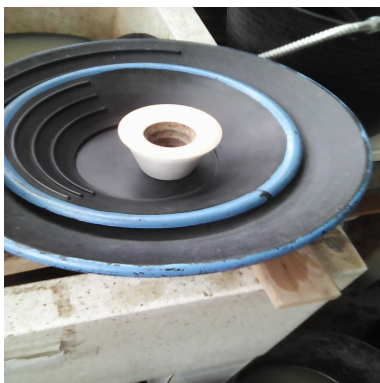




2.4-Una vegada hem passat pel concentrador tota la mostra, desmuntem la part interior del concentrador, per obtenir la peça interior en forma d'embut on es troba la mostra de minerals més pesants obtenida de tota la mostra passada.



2.5- Una vegada treia la peça interior on es troba la mostra que ens interessa, treiem la mostra amb la força de l'aigua i la deixem en un plat fons.

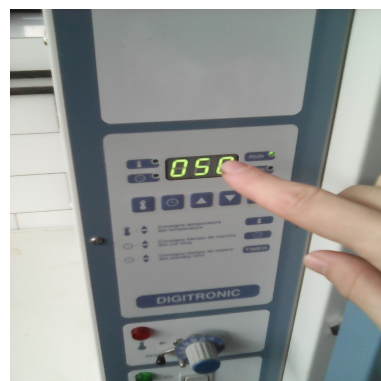
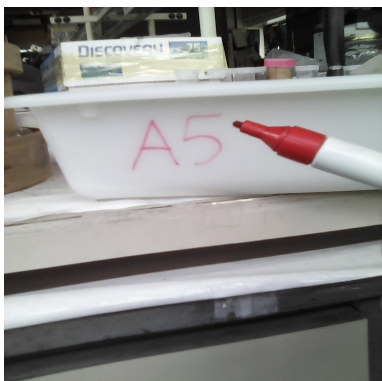


2.6- Acte seguit intentem reduir una mica més la mostra amb el mètode de la batea, i quedar-nos amb els més densos.



### 3- SECAT DE LES MOSTRES

3.1-Agafem una safata i posem la mostra reduïda dintre. Posem la safata amb la mostra dintre de la estufa a uns 50°C i la deixem dintre fins que es trobi totalment seca. Finalment ho posem en una petita ampolla dintre d'una caixa, on anirem guardant cadascuna de les mostres per passar a l'últim pas, que és enviar-les a analitzar.



### 4- ANÀlisi DE LES MOSTRES MAJORS DE 1mm AMB EL JIG

4.1- Agafem les safates amb les mostres majors de 1 mm de cadascuna de les platjes, que hem anat guardant. Mitjançant un aparell anomenat jig, ens permetrà realitzar una separació dels grans més densos dels menys.



4.2- Omplim el jig amb aigua i fem en dues tandes la mostra de sorra major de 1mm. Per saber si el mètode l'hem fet bé, agafarem un gra de plom. Si el gra després del mètode es queda a sota serà que hem fet bé el procés.



4.3- Amb la palanca que surt de l'aparell li donem unes 30 vegades (de manera que els minerals més densos quedin a sota), posem la tapa, i capgirem el recipient de dintre capgirant sense que es caigui part de la mostra, de manera que la part més densa ens quedi damunt i la menys a sota.



4.4- Revisem que no trobem cap material important, o magnètic (utilitzant un imà). Els materials que poguem veure que poden ser importants els posarem en un vas amb el numero de la mostra i especificarem que es tracta de la reserva. Això ho farem, per tal que l'anàlisi sigui més eficaç.





## 5- PREPARACIÓ DE LES MOSTRES PER ENVIAR AL CANADÀ

*Les mostres s'envien al Canadà a analitzar per varies raons:*

*1- El mètode d'anàlisi per activació neutrònica més ICP només es poden fer al Canadà, als EUA i a Rússia, però amb el Canadà hi ha una relació de confiança de 20 anys amb la universitat.*

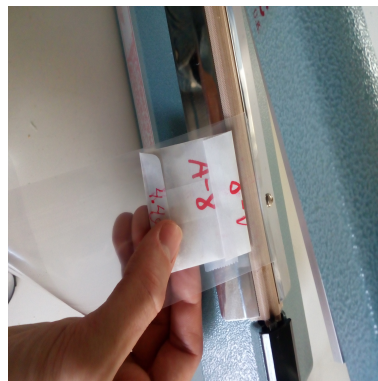
*2- El preu és molt més baix que anàlisis similars a la UB.*

*3- El temps d'entrega és espectacularment més ràpid que a Barcelona o a un altre lloc.*

5.1- Agafem uns sobres petits i anotem el numero de la mostra i el pes en gr de la mostra a enviar.



5.2- Fiquem els sobres dintre de un plàstic segellat amb calor, per garantir la màxima seguretat



5.3- A sobre del plàstic tornem a escriure el numero de la mostra.



5.4- Finalment anem guardant tots els sobres amb les mostres dintre per enviar al Canadà.



## 5.4. INCIDÈNCIES DURANTS ELS PROCESSOS DE CAMP I LABORATORI

En aquest apartat voldria comentar complicacions, problemes o incidències, ja siguin positives o negatives que hi hagi hagut durant els processos de camp i laboratori en el tractament de les mostres

### TRACTAMENT DE CAMP

- 1- A la Platja Sant Pol, essent una platja de uns 800m de longitud (per tant segons el mètode empleat anteriorment s'hauria de recollir dues mostres) només vam recollir una mostra, degut a la impossibilitat de accedir amb cotxe, per la restricció total del hotel que cerca la platja a la accessibilitat amb cotxe, i a peu eren variis quilòmetres de recorregut
- 2- La recollida de varies mostres es va acabar fent sobre la superfície de la platja, en comptes d'excavar els 50cm mencionats en el mètode que anàvem a aplicar, degut a que al excavar els 50cm es trobava en ocasions molta grava i sorra gruixuda, trobant-se la sorra més fina en la superfície, gràcies a que el propi mar feia de batea.
- 3- Les condicions atmosfèriques i d'onatge van ser complicades en varies ocasions, degut al mal temps que va fer en aquells mesos. Però aquesta incidència es pot considerar com a positiva, degut a que la sorra es trobava en estat "verge", sense elements antròpics deixats per l'home. Aquest punt va afectar al mateix temps al punt 2, a l'hora de recollir la sorra de la superfície.

*A continuació es presenten les condicions atmosfèriques i d'onatge registrades durant el procés de camp.....*

## CONDICIONS METEOROLÒGIQUES ELS DIES DE RECOLLIDA DE LES MOSTRES

A1 => Núvols, vent i pluja  
A2 => Núvols, vent i sense pluja  
A3 => Núvols, vent i pluja  
A4 => Núvols, vent i pluja  
A5 => Solejat, sense vent i sense pluja  
A6 => Solejat, sense vent i sense pluja  
A7 => Núvols, vent i sense pluja  
A8 => Solejat, sense vent i sense pluja  
A9 => Pluja molt forta acompanyada en ocasions de calamarsa, molt vent  
A10 => Pluja molt forta acompanyada en ocasions de calamarsa, molt vent  
A11 => Pluja molt forta acompanyada en ocasions de calamarsa, molt vent  
A12 => Pluja molt forta acompanyada en ocasions de calamarsa, molt vent  
A17 => Ennuvolat, una mica de vent, i sense pluja  
A19 => Ennuvolat, vent i sense pluja  
A13 => Ennuvolat, vent i sense pluja  
A14 => Ennuvolat, vent i sense pluja  
A20 => Pluja i una mica de vent  
A21 => Pluja i una mica de vent  
A18 => Parcialment ennuvolat, no vent i sense pluja  
A16 => Pluja, ennuvolat i poc vent  
A15 => Ennuvolat, sense vent i sense pluja  
A20 => Poc vent i pluja.  
A21 => Poc vent i pluja.  
A30 => Poc ennuvolat, vent moderat  
A29 => Poc ennuvolat, poc vent  
A27 => Vent moderat  
A26 => Poc ennuvolat, vent moderat  
A25 => Solejat, poc vent  
A23 => Poc ennuvolat, poc vent  
A24 => Poc vent, cel obert  
A28 => No vent, solejat  
A22 => Poc vent, cel obert  
A29 => Poc ennuvolat, poc vent.  
A30 => Poc ennuvolat-vent moderat  
A32 => Ennuvolat i pluja  
A34 => Ennuvolat i pluja  
A33 => Ennuvolat i pluja  
A36 => Ennuvolat i pluja  
A35 => Ennuvolat i pluja  
A39 => Ennuvolat i pluja  
A31 => Ennuvolat i pluja  
A37 => Ennuvolat i pluja  
A38 => Ennuvolat i pluja  
A40 => Cel obert

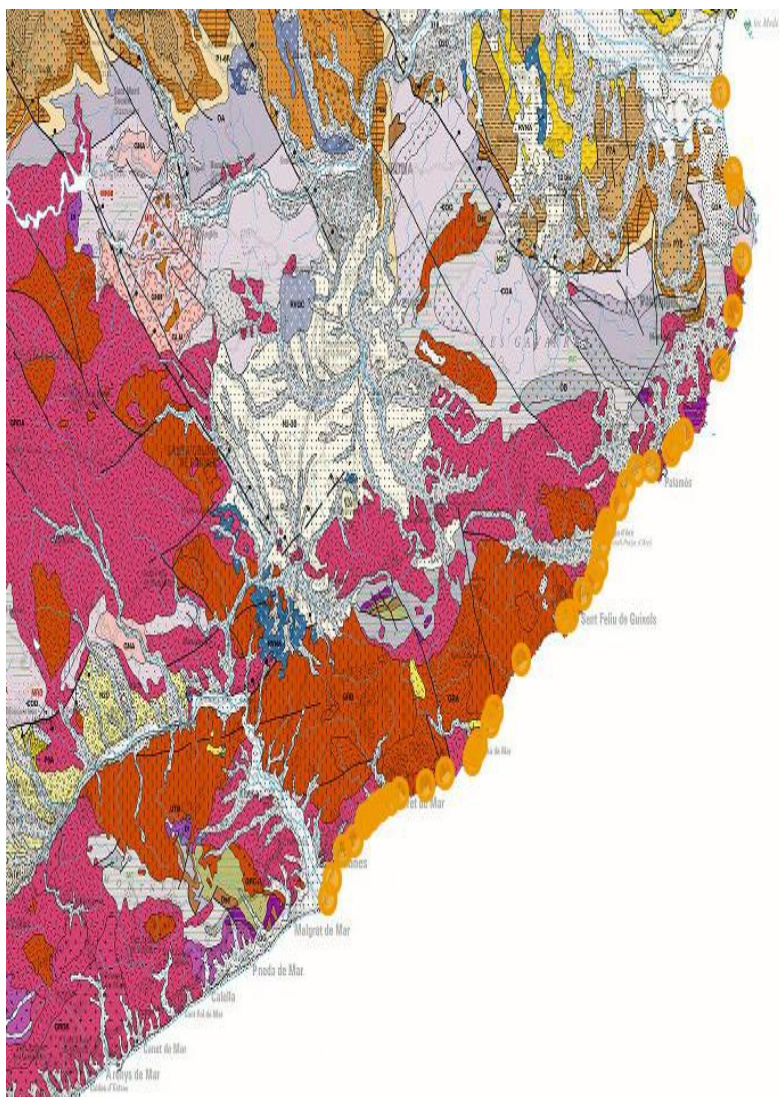
## CONDICIONS DEL ONATGE ELS DIES DE RECOLLIDA DE LES MOSTRES

A1: Onatge moderat-fort  
A2: Onatge moderat-fort  
A3: Onatge moderat-fort  
A4: Onatge moderat  
A5: Onatge suau  
A6: Onatge moderat  
A7: Onatge moderat-fort  
A8: Onatge suau  
A9: Onatge molt fort, marea molt canviant i imprevisible  
A10: Onatge molt fort, marea molt canviant i imprevisible  
A11: Onatge molt fort, marea molt canviant i imprevisible  
A12: Onatge molt fort, marea molt canviant i imprevisible  
A17: Onatge moderat-suau  
A19: Onatge fort  
A13: Onatge fort  
A14: Onatge fort  
A20: Onatge suau-moderat. Prop del mar es troben moltes algues i esponges  
A21: Onatge moderat. Moltes algues i esponges prop del mar  
A18: Onatge suau (Com a curiositat comentar que a la zona més propera al mar s'hi troben en la gran majoria graves al descobert, mentre que a mesura que ens allunyem del mar, es va recobrint de sorra de menor gra.  
A16: Onatge moderat  
A15: Onatge moderat-suau  
A20: Onatge suau-moderat. Prop del mar, moltes algues i esponges.  
A21: Onatge moderat. S'hi troben moltes algues prop del mar.  
A30: Onatge suau-moderat  
A29: Onatge suau  
A27: Onatge suau  
A26: Onatge suau  
A25: Onatge suau  
A23: Onatge suau  
A24: Onatge suau-moderat  
A28: Onatge suau  
A22: Onatge suau  
A29: Onatge suau  
A30: Onatge suau-moderat  
A36: Onatge suau  
A33: Onatge suau  
A32: Onatge suau  
A34: Onatge suau  
A35: Onatge suau  
A39: Onatge suau  
A31: Onatge suau  
A38: Onatge suau  
A37: Onatge molt suau  
A40: Onatge molt suau

## 6. GEOLOGIA

### 6.1. Geologia dels municipis integrats a la zona a estudiar

ESTUDI DE LA GEOLOGIA DE FORMA MÉS GENERAL EN UN MAPA 1:250.000 DE LA ZONA A ESTUDIAR.





## **BLANES**

Roques intrusives Tardo-Hercinianes (van intruir en les últimes etapes de la orogènia herciniana): Granodiorites biotítics (50%) i granits leucocràtics (50%)

- Granodiorita biotítica => Composta principalment de quars, plagiòclasi (en major proporció que el feldspat potàssic), feldspat potàssic, i biotita. També pot contenir amfibols, com la hornblenda.
- Granit Leucocràtic => Principalment quars i feldspat(potàssic principalment) (formant entre un 85-95% de la roca). Pot portar també biotita/moscovita i amfibol (principalment hornblenda).

## **LLORET DE MAR**

Roques intrusives Tardo-Hercinianes (van intruir en les últimes etapes de la orogènia herciniana): Granodiorites biotítics (15%), granits leucocràtics (65%) i leucogranits (20%):

- Granodiorita biotítica => Composta principalment de quars, plagiòclasi (en major proporció que el feldspat potàssic), feldspat potàssic, i biotita. També pot contenir amfibols, com la hornblenda.
- Granit Leucocràtic => Principalment quars i feldspat(potàssic principalment) (formant entre un 85-95% de la roca). Pot portar també biotita/moscovita i amfibol (principalment hornblenda), en quantitats mínimes.
- Leucogranit => Es tracta de la mateixa composició que un granit, amb una major relació feldspat potàssic/plagiòclasi, i índex de color generalment més baix. Per tant, està composta de quars, feldspat potàssic (en gran proporció), plagiòclasi, moscovita, i menor proporció de biotites i amfibols

## **TOSSA DE MAR**

Roques intrusives Tardo-Hercinianes (van intruir en les últimes etapes de la orogènia herciniana): Granodiorites biotítics (25%), granits leucocràtics (25%), leucogranits (45%), i alguna aparició per la zona de les platges de Cala Pola i Giverola de microgranitoids, pegmatites i aplites granítics (5%):

- Granodiorita biotítica => Composta principalment de quars, plagiòclasi (en major proporció el feldspat potàssic), feldspat potàssic, i biotita. També pot contenir amfibols, com la hornblenda.
- Granit Leucocràtic => Principalment quars i feldspat(potàssic principalment) (formant entre un 85-95% de la roca). Pot portar també biotita/moscovita i amfibol (principalment hornblenda), en quantitats mínimes.
- Leucogranit => Es tracta de la mateixa composició que un granit, amb una major relació feldspat potàssic/plagiòclasi, i índex de color generalment més baix. Per tant, està composta de quars, feldspat potàssic (en gran proporció), plagiòclasi, moscovita, i menor proporció de biotites i amfibols
- Microgranitoid => Mateixa composició química i mineralògica que el granit, però grans molt petits. Quars, feldspat potàssic, plagiòclasi, moscovita i biotita.
- Pegmatita => Composició semblant als granits, però la mida dels cristalls sol ser molt gran. Minerals essencials: quars i feldspat potàssic. També conté biotita i moscovita.
- Aplites granítics => Presenten la mateixa composició que el granit, però de gra fi, però quasi mai contenen biotita. Formada per quars, feldspat potàssic, moscovita i algun amfibol

## **SANTA CRISTINA D'ARO**

Roques intrusives Tardo-Hercinianes (van intruir en les últimes etapes de la orogènia herciniana): Granits leucocràtics (60%) i granodiorita biotítica (40%):

- Granit Leucocràtic => Principalment quars i feldspat(potàssic principalment) (formant entre un 85-95% de la roca). Pot portar també biotita/moscovita i amfíbol (principalment hornblenda), en quantitats mínimes.
- Granodiorita biotítica => Composta principalment de quars, plagiòclasi (en major proporció el feldspat potàssic), feldspat potàssic, i biotita. També pot contenir amfibols, com la hornblenda.

## **SANT FELIU DE GUÍXOLS**

Roques intrusives Tardo-Hercinianes (van intruir en les últimes etapes de la orogènia herciniana): Granits leucocràtics (95%):

- Granit Leucocràtic => Principalment quars i feldspat(potàssic principalment) (formant entre un 85-95% de la roca). Pot portar també biotita/moscovita i amfíbol (principalment hornblenda), en quantitats mínimes.

## **CASTELL-PLATJA D'ARO**

Roques intrusives Tardo-Hercinianes (van intruir en les últimes etapes de la orogènia herciniana): Granodiorita biotítica(50%), leucogranit (50%):

- Granodiorita biotítica => Composta principalment de quars, plagiòclasi (en major proporció el feldspat potàssic), feldspat potàssic, i biotita. També pot contenir amfibols, com la hornblenda.
- Leucogranit => Es tracta de la mateixa composició que un granit, amb una major relació feldspat potàssic/plagiòclasi, i índex de color generalment més baix. Per tant, està composta de quars, feldspat potàssic (en gran proporció), plagiòclasi, moscovita, i menor proporció de biotites i amfibols

## **CALONGE**

Roques intrusives Tardo-Hercinianes (van intruir en les últimes etapes de la orogènia herciniana): Granodiorita biotítica (70-80%) // Roques del Cambrià-Ordovicià (Infracaradocià): Pelites, gresos i grauvaques (15-10%) // Roques del Cambrià-Ordovicià (Ashgil·lià) (15-10%): Materials volcànics i porfírites:.

- Granodiorita biotítica => Composta principalment de quars, plagiòclasi (en major proporció el feldspat potàssic), feldspat potàssic, i biotita. També pot contenir amfibols, com la hornblenda.
- Pelites, gresos i grauvaques, afectades per metamorfisme de contacte Tardo Hercinià, associats als granitoides tardo-hercinians. => Les pelites solen contenir fonamentalment fil·losilicats (il·lita, caolinita, clorita, montmorillonita,etc), quars, calcedònia, òxids e hidròxids de ferro. Etc, els gresos contenen quars, feldspats i miques en major proporció, en el cas de les arcoses la composició és la mateixa, però la quantitat de feldspat és major en comparació a un gres normal.
- Materials volcànics i porfírites, afectats per metamorfisme de contacte Tardo-Hercinià, associats als granits tardo-hercinians.

## **PALAMÓS**

Roques intrusives Tardo-Hercinians (van intruir en les últimes etapes de la orogènia herciniana): Granodiorita biotítica (80-90%) // Roques del Silurià: Pissarres ampelítiques, localment calcàries, lidites i radiolarites (10-5%) // Roques del Cambrià-Ordovicià (Infracaradocià): Pelites, gresos i grauvaques (10-5%):

- Granodiorita biotítica => Composta principalment de quars, plagiòclasi (en major proporció el feldspat potàssic), feldspat potàssic, i biotita. També pot contenir amfibols, com la hornblenda.
- Pelites, gresos i grauvaques, afectades per metamorfisme de contacte Tardo Hercinià, associats als granitoides tardo-hercinians. => Les pelites solen contenir fonamentalment fil·losilicats (il·lita, caolinita, clorita, montmorillonita, etc), quars, calcedònia, òxids e hidròxids de ferro. Etc, els gresos contenen quars, feldspats i miques en major proporció, en el cas de les arcoses la composició és la mateixa, però la quantitat de feldspat és major en comparació a un gres normal.
- Pissarres ampelítiques, localment calcàries, lidites i radiolarites, afectades per metamorfisme de contacte Tardo Hercinià. => Les pissarres ampelítiques són pissarres negres, degut a la matèria orgànica i la pirita que contenen, a més dels minerals bàsics de les pissarres com el quars, i moscovita, com a accessoris poden contenir biotita, clorita i hematites, i com a minerals accessoris secundaris, l'apatita, el grafit, el caolí, magnetita, turmalina, zircó... Les lidites estan formades per sílice de origen orgànic (closques, etc)

## **PALAFRUGELL**

Roques intrusives Tardo-Hercinians (van intruir en les últimes etapes de la orogènia herciniana): Granodiorita biotítica (30-20%) // Roques del Cambrià-Ordovicià: Pelites, gresos i grauvaques (20-15%) i Conglomerats, calcopelites, pelites, grauvaques i calcàries (20-15%) // Roques del Eocè: Gresos amb glauconita (20-15%) i Marques, margocalcàries i bretxes (20-15%):

- Granodiorita biotítica => Composta principalment de quars, plagiòclasi (en major proporció el feldspat potàssic), feldspat potàssic, i biotita. També pot contenir amfibols, com la hornblenda.
- Pelites, gresos i grauvaques, afectades per metamorfisme de contacte Tardo Hercinià, associats als granitoides tardo-hercinians. => Les pelites solen contenir fonamentalment fil·losilicats (il·lita, caolinita, clorita, montmorillonita, etc), quars, calcedònia, òxids e hidròxids de ferro. Etc, els gresos contenen quars, feldspats i miques.
- Marques, margocalcàries i bretxes
- Gresos amb glauconita (mineral que pertany al grup de la mica i és un fil·losilicat de ferro i potassi).
- Conglomerats, calcopelites, pelites, grauvaques i calcàries. => La calcopelita té mateixa composició que una pelita, però amb composició de calci. La grauvaça està formada per la consolidació dels minerals que resulten de la descomposició del granit (miques, feldspats, i altres constituents, incloent el quars).

## **BEGUR**

Roques intrusives Tardo-Hercinians (van intruir en les últimes etapes de la orogènia herciniana): Granodiorita biotítica (20-15%), Leucogranits (3%) // Roques del Cambrià-Ordovicià: Pelites, gresos i grauvaques (40-30%), Calcàries (20-15%) i Conglomerats, calcopelites, pelites, grauvaques i calcàries (20-15%) // Roques del Eocè: Margues, margocalcàries i bretxes (20-15%) // Roques del Paleocè: Calcàries i dolomies (3%):

- Granodiorita biotítica => Composta principalment de quars, plagiòclasi (en major proporció el feldspat potàssic), feldspat potàssic, i biotita. També pot contenir amfibols, com la hornblenda.
- Leucogranits => Es tracta de la mateixa composició que un granit, amb una major relació feldspat potàssic/plagiòclasi, i índex de color generalment més baix. Per tant, està composta de quars, feldspat potàssic (en gran proporció), plagiòclasi, moscovita, i menor proporció de biotites i amfibols.
- Pelites, gresos i grauvaques, afectades per metamorfisme de contacte Tardo Hercinià, associats als granitoides tardo-hercinians. => Les pelites solen contenir fonamentalment fil·losilicats (il·lita, caolinita, clorita, montmorillonita, etc), quars, calcedònia, òxids e hidròxids de ferro. Etc, els gresos contenen quars, feldspats i miques.
- Margues, margocalcàries i bretxes
- Conglomerats, calcopelites, pelites, grauvaques i calcàries. => La calcopelita té mateixa composició que una pelita, però amb composició de calci. => La grauvaça està formada per la consolidació dels minerals que resulten de la descomposició del granit (miques, feldspats, i altres constituents, incloent el quars).
- Pelites, gresos i grauvaques sense metamorfisme de contacte
- Calcàries
- Calcàries i dolomies

## **TORROELLA DE MONTGRÍ**

\* Més del 50% són dunes i sorres de platja

Roques del Cambrià-Ordovicià: Pelites, gresos i grauvaques (12-6%) // Roques del Eocè: Margues, margocalcàries i bretxes (12-6%) // Roques del Paleogen: (Paleocè) Calcàries i dolomies (3%), (Eocè) Gresos amb glauconita (20-15%):

- Gresos amb glauconita (mineral que pertany al grup de la mica i és un fil·losilicat de ferro i potassi).
- Margues, margocalcàries i bretxes
- Calcàries i dolomies
- Pelites, gresos i grauvaques sense metamorfisme de contacte.

Podem resumir doncs, que els municipis des de Blanes, fins al municipi de Palamós la geologia està conformada en la seva gran majoria per diferents tipus de granitoides, amb afloraments de pegmatites i de materials volcànics a (com en el cas de Calonge al seu extrem més allunyat de la costa). A partir del municipi de Palafrugell fins a Pals, els afloraments granítics es van fent cada vegada menys comuns (i els pocs afloraments que apareixen, sempre es troben bordejant la costa), reduint-se la seva aparició, i essent coberts per materials d'origen sedimentari com poden ser gresos, pelites, calcàries, dolomies, conglomerats i bretxes.

## 6.2.Geologia del curs dels rius de la zona a estudiar

ESTUDI DE LA POSSIBLE MINERALOGIA SEGONS L'APORTACIÓ DELS RIUS (En base a un estudi detallat de la geologia aportada per un mapa geològic 1:50.000)

En l'apartat anterior hem analitzat la geologia pròpia dels municipis que integren el nostre treball, però aquesta geologia no té, ni molt menys, que coincidir amb la composició de la sorra que analitzem. Pot tenir una certa relació, sobretot en el cas de platges o cales petites, on la longitud de la seva riera sigui molt petita, i per tant l'aport de les sorres de les platges vingui pràcticament en la seva totalitat de la geologia del municipi, tant per la erosió de la riera com per la erosió del mar en les roques de la costa.

Així, haurem de fer un anàlisi que faci un estudi del recorregut de cadascun dels rius o rieres que integren la zona d'estudi i de la geologia per la qual va rebent l'aporta de material, el propi riu o riera.

Hem de recalcar que és un estudi que pretén donar una aproximació del tipus de composició a trobar a cadascuna de les platges, però que pot no té perquè ser cert, fins a que comprovem amb els anàlisis rebuts de la composició de la sorra. En aquest estudi donarem com a vàlid:

- L'aport sedimentari dels rius més grans, tindrà més influència que el aportat per una riera més petita, encara que sigui la pròpia d'aquella cala/platja. Això, estarà subjecte a la distància de la riera petita al riu gran, doncs a major distància la influència es reduirà.

Per altre banda en aquest estudi no hem tingut en compte:

- L'efecte de la deriva litoral, la qual es veurà els seus possibles efectes, si es que hi ha, una vegada obtinguts els resultats.
- Aquest estudi, es basa en la geologia superficial que aflora en cada zona. S'ha de tenir en compte que els rius poden rebre aportacions d'aqüífers, els quals poden passar per geologies molt diferents a les superficials.

### PLATJA DE S'AVANELL

El riu que desemboca a la platja de s'Avanell, es tracta del riu Tordera, el segon en longitud de la zona a estudiar, darrer del riu Ter. Aquest riu desemboca a Blanes, i neix al massís del Montseny. Presenta una longitud de 55Km. Entre la geologia per on circula, i susceptible de influir en la composició de la sorra de la platja:

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Granodiorites** (més plagiòclasis que en els granits) i **granits** (de composició més alcalina)
- **Filons** de diversos tipus: **composició granítica, granodiorita i quarsdiorítica**, **lampròfirs** (presència de minerals màfics en gran proporció. Minerals principals com: biotita (o flogopita) i/o el amfíbol, a més de quantitats variables de clinopiroxè. Continguts alts en K, Na, P i Ba)
- **Dics d'aprites i pegmatites.**

## ROQUES VOLCÀNIQUES

- **Basalts olivínics** (composada fonamentalment per olivina, plagiòclasis càlcica i piroxè). Pot contenir feldspatoides.

## ROQUES METAMÒRFIQUES

- **Gneissos i Ortogneissos** (derivat del metamorfisme de un granit). Composició de quars, feldspats, amfibols, miques, granat (almandina), sil·limanita. Accessoris: magnetita, ilmenita, grafit, pirita, biotita i zircó.
- **Pissarres ampelítiques, quiastolítiques** (la quiastolita és una varietat de la andalusita), **micacítiques, sorrenques, sericítiques, fil·lites, sericites** (agregat de miques del tipus moscovita u altres minerals amb estructura similar, com els del grup de la il·lita (minerals del grup de la argila)) i **esquistos**.
- **Cornubianites, marbres i marbres associats a skarns** (roca metamorfitzada de marbre amb minerals producte de metasomatisme, per la sostracció o addició de components de un fluid aquós).

## ROQUES SEDIMENTÀRIES

- **Roques calcàries**
- **Argiles, llims, sorres arcòsiques** (gres de quars, amb un mínim de 25% de feldspat) i **conglomerats**.

## PLATJA DE BLANES

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Filons de pòrfirs de monzonítics** (les monzonites varien des de els tipus àcids que porten quars fins els bàsics amb olivina, amb quantitats iguals de alcalí i de feldspat calcoalcalí) a **monzonosienítics**, de **pòrfirs granítics de feldspat alcalí-microsienita** i de **pòrfirs de diorítics a quarsdiorítics**
- **Granodiorites** (més plagiòclasis que en els granits) i **granits alcalins** (quars i feldspats potàssics (ortosa i microclina). Poden contenir miques, piroxens, amfibols i plagiòclasis. Accessoris: albita, magnetita i fluorita)

## CALA DE SANT FRANCESC

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Granodiorites i granits alcalins**

## CALA TREUMAL

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Filons de granòfirs i microgranits**
- **Granodiorites I granits alcalins**

## PLATJA DE SANTA CRISTINA

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Filons de granòfirs i microgranits**
- **Granodiorites I granits alcalins**

## PLATJA BOADELLA

No hi ha cap riera o riu que desemboqui directament a la platja. El material podria ser aportat per rius o rieres que es trobin més al nord, degut a la deriva litoral, o pel propi mar erosionant la seva costa.

## PLATJA DE FENALS

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Granodiorites** (diorites amb quars i feldspat potàssic), **granits alcalins i leucogranits** (També anomenats sienogranits, són granits amb una relació feldspat potàssic/plagiòclasis més baixa dels monzogranits).
- **Filons de pòrfirs de diorítics** (Constituïda per feldspats ,amfibols i/o piroxens. També pot contenir quars, titanita, magnetita, sulfurs i altres) **a quarsdiorítics** (porta quantitats no menors de quars la diorita).
- **Dics d'aprites** (es componen bàsicament de quars, feldspats, amb absència de biotites) **i pegmatites** (quars i feldspats. També poden contenir urani, moscovita, topazi i turmalina)

## **PLATJA DE LLORET DE MAR**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Leucogranits** (També anomenats sienogranits, són granits amb una relació feldspat potàssic/plagiòclasis més baixa).
- **Filons de pòrfirs de diorítics a quarsdiorítics** (porta quantitats no menors de quars la diorita), **granítics de feldspat alcalí-microsienita**
- **Dics d'aplites i pegmatites**
- **Filons de lampròfirs** (feldspats, miques i amfibols, amb altres màfics com clinopiroxens i olivina. Contingut alt en productes de transformació hidrotermal (clorita, talc, sericita i zeolites). Contingut alt en elements rars com Cr, Ni, Sr, Rb, P i altres)

## **PLATJA DE CANYELLES**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Leucogranits i microgranits**
- **Dics d'aplites i pegmatites**

## **PLATJA DE LLORELL**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Leucogranits i microgranits**
- **Dics d'aplites i pegmatites**
- **Filons de lampròfirs**

## **PLATJA DES CODOLAR**

No hi ha cap riera o riu que desemboqui directament a la platja. El material pot ser aportat per rius o rieres que es trobin més al nord, degut a la deriva litoral. O també pel propi mar erosionant la seva costa.



## **PLATJA GRAN DE LA TOSSA DE MAR I PLATJA DE LA MAR MENUDA**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Leucogranits, granodiorites i granits alcalins**
- **Dics d'aprites i pegmatites**
- **Filons de lampròfirs**
- **Filons de granòfirs i de quars**
- **Filons de porfirs de monzonítics a monzonosienítics**

### **ROQUES METAMÒRFIQUES**

- **Fil·lites i cornubianites**

## **CALA POLA**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Granodiorites i granits alcalins**
- **Filons de granòfirs**
- **Filons de porfirs de monzonítics a monzonosienítics.**

## **CALA GIVEROLA**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Granodiorites i granits alcalins**
- **Filons de granòfirs**

## **CALA CANYET**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Leucogranits porfírics**
- **Filons de granòfirs**
- **Filons de porfirs de monzonítics a monzonosienítics**
- **Dics d'aprites i pegmatites**
- **Filons de lampròfirs**

## **PLATJA DE SANT FELIU DE GUÍXOLS**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Leucogranits i microgranits**
- **Filons de granòfirs**

## **CALA DE SANT POL**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Granodiorites porfíriques**

## **PLATJA DE SA CONCA**

No hi ha cap riera o riu que desemboqui directament a la platja. El material pot ser aportat per rius o rieres que s trobin més al nord, degut a la deriva litoral, segurament de Platja d'Aro acabi afectant al estar tan properes. O també del propi mar, erosionant la seva costa.

## **PLATJA D'ARO. Riu de més longitud i que desemboca en l'extrem sud**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Leucogranits de dues miques i leucogranits**
- **Filons de granòfirs i de quars**
- **Filons de pòrfirs de monzonítics a monzonosienítics**
- **Filons de diversos tipus: composició diorítica a quarsdiorítica**
- **Dics d'aplites i pegmatites**
- **Filons de lampròfirs**
- **Filons de pòrfirs granítics de feldspat alcalí-microsienita**
- **Granodiorites i granits alcalins**
- **Dics d'aplites i pegmatites**

### **ROQUES VOLCÀNIQUES**

- **Basalts olivínics i toves bretxoides** (formada per erupcions volcàniques. Pot estar constituïda per una gran quantitat de minerals)

### **ROQUES METAMÒRFIQUES**

- **Fil·lites**
- **Cornubianites**

## **PLATJA D'ARO. Riu de menor longitud i que desemboca en l'extrem nord**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Granodiorites i granits alcalins**
- **Filons de granòfirs i de quars**

## **CALA ROVIRA**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Granits i granodiorites**
- **Filons de granòfirs**

## **PLATJA CRISTUS SES TORRETES**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Granits, leucogranits porfírics i granodiorites**
- **Filons de pòrfirs granodiorites**
- **Dics d'aprites i pegmatites**
- **Filons de lampròfirs**
- **Dics d'aprites i pegmatites**

### **ROQUES SEDIMENTÀRIES**

- **Llims i argiles vermelles amb nòduls carbonatats. Dipòsits eòlics.**

## **BADIA DE PALAMÓS. Riu que desemboca en l'extrem sud**

### **ROQUES PLUTÒNIQUES**

- **Filons de granòfirs, pòrfirs granodiorites i de quars**
- **Granodiorites, granits, i granits biotítics.**
- **Dics d'aprites, pegmatites i leucogranits porfírics**
- **Filons de pòrfirs de composició diorítica a quarsdiorítica**

### **ROQUES VOLCÀNIQUES**

- **Roques volcàniques àcides e intermèdies**

### **ROQUES METAMÒRFIQUES**

- **Fil·lites, fil·lites pigallades i esquists**
- **Cornubianites, cornianes**
- **Marbres i marbres associats a skarns** (roca metamorfitzada de marbre amb minerals producte de metasomatisme, per la sostracció o addicció de components de un fluid aquós).
- **Cataclasita o bretxa de falla**

- **Pissarres micacítiques i sorrenques.**

#### ROQUES SEDIMENTÀRIES

- **Gresos quarsifeldspàtics**
- **Lutites i conglomerats**

#### **BADIA DE PALAMÓS. Riu de menor longitud que desemboca en el centre**

#### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Granodiorites porfíriques**

#### ROQUES METAMÒRFIQUES

- **Fil·lites, fil·lites pigallades i esquists**
- **Cornubianites.**

#### **BADIA DE PALAMÓS. Riu que desemboca en l'extrem nord**

#### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Filons de granòfirs i de quars**
- **Granodiorites, granits i granits alcalins.**

#### ROQUES VOLCÀNIQUES

- **Roques volcàniques àcides e intermèdies**

#### ROQUES METAMÒRFIQUES

- **Fil·lites, fil·lites pigallades i esquists**
- **Cornubianites, cornianes calcosilicatades**
- **Marbres i marbres associats a skarns**
- **Cataclasita o bretxa de falla**

#### ROQUES SEDIMENTÀRIES

- **Gresos quarsifeldspàtics**
- **Lutites i conglomerats**

#### **PLATJA FOSCA**

No hi ha cap riera o riu que desemboqui directament a la platja. El material pot ser aportat per rius o rieres que es trobin més al nord. O pel propi mar erosionant la seva costa.

## **PLATJA DEL CASTELL**

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Granodiorites, granits i granits alcalins.**

### ROQUES VOLCÀNIQUES

- **Roques volcàniques àcides e intermèdies**

### ROQUES METAMÒRFIQUES

- **Fil·lites , fil·lites pigallades i esquists**
- **Cornubianites, i cornianes calcosilicatades**
- **Marbres i marbres associats a skarns**

### ROQUES SEDIMENTÀRIES

- **Gresos quarsifeldspàtics**
- **Lutites i conglomerats**

## **PLATJA DE LLAFRANC**

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Filons de granòfirs**
- **Granodiorites, i granits alcalins.**

### ROQUES VOLCÀNIQUES

- **Roques volcàniques àcides e intermèdies**

### ROQUES METAMÒRFIQUES

- **Fil·lites**
- **Cornubianites**

## **PLATJA DE TAMARIU**

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Filons de granòfirs**
- **Granodiorites, i granits alcalins.**
- **Leucogranits aplítics**

### ROQUES METAMÒRFIQUES

- **Fil·lites**
- **Cornubianites**

## **PLATJA FONDA**

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Granodiorites, i granits alcalins.**

### ROQUES METAMÒRFIQUES

- **Pissarres o fil·lites argiloses**

### ROQUES SEDIMENTÀRIES

- **Calcaries grises**

## **PLATJA SA RIERA**

### ROQUES METAMÒRFIQUES

- **Pissarres o fil·lites argiloses**

### ROQUES SEDIMENTÀRIES

- **Calcaries grises**

## **PLATJA DE PALS. Riu que cau prop del centre de la platja**

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Filons de pòrfirs granodiorites**
- **Granodiorites i granits.**
- **Dics d'aprites, pegmatites i leucogranits porfírics**
- **Filons de pòrfirs de composició diorítica a quarsdiorítica**

### ROQUES VOLCÀNIQUES

- **Roques volcàniques àcides e intermèdies**

### ROQUES METAMÒRFIQUES

- **Fil·lites , fil·lites pigallades i esquists**
- **Cornubianites**
- **Pissarres micacítiques i sorrenques.**
- **Quarsites**

### ROQUES SEDIMENTÀRIES

- **Argiles, gresos, conglomerats, limolites, limolites fosques, lutites, lutites gris blau, gresos, gresos quarsifeldspàtics gresos grisos.**
- **Calcàries amb ciment esparític** (aquest ciment són cristalls grans de calcita), **calcàries biomicrítiques** (calcàries compostes per grans esquelètics (bioclasts) i matriu micrítica), **calcàries amb nummulits, calcàries vermelloses i grises i calcàries gresoses**

## PLATJA DE PALS. Riu que cau prop del riu Tordera

### ROQUES PLUTÒNIQUES

- **Diorites, granodiorites, leucogranits, leucogranits moscovítics i granits alcalins**
- **Filons de pòrfirs granodiorites, filons de pòrfirs diorítics a quarsdiorítics, filons de granòfirs, filons de pòrfirs de monzonítics a monzonosienítics**
- **Pòrfirs granítics, pòrfirs leucogranítics i pòrfirs àcids**
- **Dics d'aplites, pegmatites**
- **Filons de barita, calcita i fluorita**
- **Roques ígnies bàsiques**

### ROQUES VOLCÀNIQUES

- **Bassanites formant colades**
- **Roques piroclàstiques** (cristalls de diferents minerals, roques de tot tipus, pumita)
- **Basalts i basalts formant colades** (composada fonamentalment per olivina, plagioclàsic càlcica i piroxè. Pot contenir feldspatoides).
- **Ignimbrita** (composta de fragments de roca i fenocristalls en una matriu de fragments vitres. Solen ser de composició intermèdia a fèlsica) i **ignimbrita riolítica**
- **Roques volcàniques àcides e intermèdies**
- **Andesita** (composició intermitja. La mineralogia sol ser plagiòclasis i altres ferromagnesians com piroxè, biotita i hornblenda), **andesites basàltiques**
- **Riodacita** (composició intermitja entre dacita i riolita. Conté minerals com plagiòclasis rica en sodi, sanidina, quars, biotita i hornblenda).

### ROQUES METAMÒRFIQUES

- **Pissarres argiloses, pissarres sorrenques, pissarres micacítiques i pissarres sericítiques**
- **Quarsites, marbres, gneissos leucocràtics, gneissos, ortogneissos** (producte del metamorfisme de roques ígnies), **amfibolites** (composta en la seva majoria d'amfibols. També es troba piroxens, plagiòclasis, wol·lastonita i certs tipus de granats), **amfibolites amb granats i calcosilicats (sil·limanita)**
- **Fil·lites**
- **Cornubianites**
- **Micasquists** (es compon de mica, quars i proporcions menors d'altres minerals) **amb amfibolites, esquists, esquists biotítics** (composta per miques, especialment biotita, quars, plagiòclasis, i altres), **esquists sil·limanítics, esquists pigallats**

### ROQUES SEDIMENTÀRIES

- **Travertins** (roca carbonàtica d'origen bioquímic, formada per dipòsits de carbonat de calci)
- **Lutites, lutites carbonàtiques, lutites negres, argiles blaves, limolites, gresos, arcoses, gresos grisos, gresos ocres, grauvaques** (formats per la consolidació dels minerals de la disgregació del granit: miques, feldspats i quars), **gresos feldspàtics, gresos nodulosos, gresos quarsifeldspàtics, gresos bioclàstics, gresos amb restes vegetals, conglomerats quarsítics i conglomerats**
- **Calcàries amb nummulits, calcàries amb crinoïdeus, calcàries bioclàstiques, calcàries gresoses, calcàries micrítiques, margues, margues grises, margues bioclàstiques, margues fossilíferes i dolomies**
- **Chert** (roca rica en sílice que pot contenir petits fòssils)
- **Guixos laminats**



## 7. Resultats

### **DESCRIPCIÓ DELS MÈTODES EMPLEATS PER L'ANÀLISI DE LES MOSTRES**

Els mètodes empleats per l'anàlisi van ser el mètode d'anàlisi per activació neutrònica i el ICP al laboratori Actlabs Ontario, al Canadà. No existeix un únic mètode que proporcioni una resposta adequada per tots els elements a detectar; per això la combinació de tècniques permet un anàlisi més fiable i precís del conjunt d'elements químics. En alguns casos es va aplicar un o altre dels mètodes, mentre que en altres casos va ser una combinació de totes dues. Els resultats van ser donats per 50 elements químics.

#### Anàlisi per activació neutrònica (INAA)

L'Anàlisi per Activació Neutrònica permet identificar i quantificar la composició d'una mostra a partir dels patrons de desintegració radioactiva i l'energia alliberada durant el procés, característica de cada element. Per tal d'utilitzar aquest principi físic, es bombardeja la mostra amb neutrons per així transformar els elements en isòtops radioactius inestables. A mesura que aquests isòtops es desintegren per formar un altre element més estable, s'allibera energia en forma de rajos gamma. L'energia d'aquests rajos és característica de l'element a la mostra, i la seva intensitat és proporcional a la quantitat.

#### Digestió total amb espectrometria emissió òptica (TD-ICP)

Per determinar la composició de la mostra, el mètode consta de dos procediments successius: la digestió de la mostra i la mesura de la concentració dels elements mitjançant un espectròmetre d'emissió atòmica. En primer lloc, la digestió total de la mostra (Total digestió-TD) és un procediment per extraure i solubilitzar tots aquells elements que formen els diferents minerals de la mostra. S'hi apliquen una sèrie d'àcids (fluorhídric, nítric, perclòric o clorhídric) i altres passos per tal de recuperar en dissolució la major proporció possible d'elements. Seguidament, aquesta dissolució es processa amb l'Espectròmetre d'Emissió Òptica per Plasma Acoblat Inductivament (ICP-OES Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer). En essència, aquest instrument consta de dos elements principals: una torxa de plasma i un detector de radiació. La torxa de plasma es crea a partir d'una massa d'argó gas, un camp magnètic induït per una bobina i una espurna elèctrica. L'espurna genera electrons, que són accelerats gràcies a la oscil·lació del camp magnètic. Quan aquests electrons xoquen amb els àtoms d'argó, els ionitzen. El resultat és una massa a molta temperatura d'àtoms d'argó amb una petita proporció cations i electrons lliures, en equilibri. Sobre aquesta flama de plasma s'hi polvoritza la dissolució amb els elements a analitzar. Quan entren en contacte amb el plasma, les molècules es trenquen i els àtoms lliures perden i recuperen els seus electrons. A causa d'aquests constants salts electrònics, cada element allibera energia en forma de radiació electromagnètica segons el seu patró d'emissió atòmica característic. Aquesta radiació generada se separa en diferents feixos de llum segons la seva longitud d'ona, la intensitat dels quals es mesura als detectors òptics de l'aparell i es correlaciona amb la concentració de cada element. Donat que existirà interferència entre els patrons d'emissió dels diferents elements de la mostra, un programa informàtic corregeix aquest efecte i atribueix a cada element la intensitat de la radiació que li correspon

## CONSIDERACIONS PRÈVIES ALS RESULTATS

### *LÍMIT DE DETECCIÓ*

Les tècniques emprades per l'anàlisi presenten un límit de detecció, que es defineix com la concentració mínima que pot ser detectada amb fiabilitat per un mètode analític determinat. Aquest límit és funció del nivell del soroll de fons respecte a la senyal del element considerat. Aquest soroll té causes diverses: la electrònica del sistema detector, radiació ambiental, raigs còsmics, etc

### UNITATS DELS RESULTATS

Els resultats es presenten en dues mesures de concentració: ppm i ppb. Es refereix a la quantitat de unitats de substància que hi ha per cada milió/bilió d'unitats del conjunt.

Ppm significa parts per milió, és a dir, els mg que hi ha en un Kg de dissolució

Per unitats més petites utilitzarem les parts per bilió, els µgr que hi ha en un Kg de dissolució.

Pràcticament la majoria del elements venen en ppm, excepte elements com: Au i Ir, els quals al estar en proporcions molt petites venen en ppb. Altres elements venen en % (1ppm=0,0001%; 1%=10000ppm): S, Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, Ti i Sn, degut a que són elements més majoritaris en la natura i es troben en majors proporcions.

### PRESENTACIÓ DELS RESULTATS

Els resultats són mostrats de la següent manera:

- Les dues primeres files corresponen al numero del informe i la data en la qual es va dur a terme l'anàlisi.
- La tercera i quarta fila corresponen a el límit de detecció del anàlisis, i el mètode d'anàlisis empleat, respectivament.
- Les 40 següents files corresponen a cadascuna de les mostres
- Cadascuna de les 50 columnes corresponen a cadascun dels elements químics a analitzar
- La última de les columnes correspon al pes en grams de la quantitat de la mostra que van agafar ells per analitzar.

## 7.1. Descripció dels resultats de l'anàlisi

*Els resultats enviats desde el laboratori del Canadà es mostren en una taula als annexos...*

En aquest apartat farem una primera valoració dels resultats arribats del laboratori del Canadà.

### Au

Els resultats es mostren ppb. Les mostres amb valors destacats d'or són les següents mostres: A1 (Extrem sud de Lloret de Mar), A22 (Llorell), A2 (Treumal), A9 (Mar Menuda), A20 (Sa Riera), A23 (Extrem nord de Platja d'Aro), A25 (Platja de Sant Pol), A26 (Extrem nord de la Badia de Palamós).

### Cu

Les mostres amb valors destacats de coure són les següents mostres: A2 (Treumal), A9 (Mar Menuda), A10 (Tossa de Mar), A21 (Llafranc)

### Pb

Les mostres amb valors destacats de plom són les següents mostres: A2 (Treumal), A9 (Mar Menuda), A10 (Tossa de Mar), A12 (Extrem nord de Sant Feliu de Guixols), A21 (Llafranc), A25 (Sant Pol)

### Ni

Les mostres amb valors destacats de níquel són les següents mostres: A3 (Canyelles), A21 (Llafranc), A16 (Pals), A21 (Extrem sud de sa Racó),

### Zn

Les mostres amb valors destacats de zinc són les següents mostres: A3 (Canyelles), A6/A33 (centre i extrem sud de s'Avanell), A9 (Mar Menuda), A10 (Tossa de Mar), A12 (Extrem nord de Sant Feliu de Guixols), A13 (Extrem nord de la Fosca), A15 (Llafranc), A16 (Pals), A26 (Extrem nord Badia de Palamós), A31 (Centre de Platja d'Aro)

### Al

Es troba en percentatge. Les mostres amb valors destacats de alumini són les següents mostres: , A26 (Extrem nord Badia de Palamós), A38 (centre Badia de Palamós), A27 (Extrem sud Badia Palamós), A23 (Extrem nord Platja d'Aro), A24 (Cala Rovira)

### As

Les mostres amb valors destacats de arseni són les següents mostres: A1 (Extrem sud Lloret de Mar), A22 (Llorell), A2 (Treumal), A3 (Canyelles), A8 (Sant Francesc), A15 (Llafranc), A16 (Pals), A26 (Extrem nord Badia de Palamós), A31 (Centre de Platja d'Aro), A26 (Extrem nord Badia Palamós), A27 (Extrem sud Badia Palamós),

### **Ba**

Les mostres amb valors destacats de bari són les següents mostres: A2 (Treumal), A9 (Mar Menuda), A15 (Llafranc)

### **Be**

Cap mostra interessant

### **Ca**

Es troba en percentatge. Les mostres amb valors destacats de calci són les següents mostres: A2 (Treumal), A13 (Extrem nord de la Fosca), A14 (Extrem sud de la Fosca), A17 (Fonda), A19 (El Castell), A20 (Sa Riera), A25 (Sant Pol)

### **Co**

Les mostres amb valors destacats de cobalt són les següents mostres: A3 (Canyelles), A9 (Mar Menuda), A10 (Tossa de Mar), A15 (Llafranc), A16 (Pals), A30 (Cristus ses Torretes)

### **Cr**

Les mostres amb valors destacats de crom són les següents mostres: A9 (Mar Menuda), A13 (Extrem nord de la Fosca), A15 (Llafranc), A16 (Pals), A25 (Sant Pol)

### **Eu**

Les mostres amb valors destacats de euridi són les següents mostres: A22 (LLorell), A13 (Extrem nord de la Fosca), A15 (Llafranc), A16 (Pals)

### **Fe**

Es troba en percentatge. Les mostres amb valors destacats de ferro són les següents mostres: A2 (Treumal), A3 (Canyelles), A9 (Mar Menuda), A15 (Llafranc), A16 (Pals), A20 (Sa Riera), A25 (Sant Pol)

### **Hf**

Les mostres amb valors destacats de hafni són les següents mostres: A22 (LLorell), A2 (Treumal), A3 (Canyelles), A13 (Extrem nord de la Fosca), A19 (El Castell), A39 (Pola)

### **K**

Es troba en percentatge. Les mostres amb valors destacats de potassi són les següents mostres: A8 (Sant Francesc), A11 (Extrem sud de Sant Feliu de Guixols), A18 (Tamariu), A31 (Centre de Platja d'Aro), A39 (Pola), A40 (Canyet)

### **Li**

Cap mostra interessant

### **Mg**

Es troba en percentatge. Les mostres amb valors destacats de magnesi són les següents mostres: A13 (Extrem nord de la Fosca), A14 (Extrem sud de la Fosca)

### **Mn**

Les mostres amb valors destacats de crom són les següents mostres: A2 (Treumal), A3 (Canyelles), A9 (Tossa de Mar), A13 (Extrem nord de la Fosca), A14 (Extrem sud de la Fosca), A15 (Llafranc), A30 (Cristus ses Torretes), A16 (Pals), A25 (Sant Pol)

### **Na**

Es troba en percentatge. Les mostres amb valors destacats de sodi són les següents mostres: A23 (Extrem nord Platja d'Aro), A24 (Cala Rovira)

### **P**

Es troba en percentatge. Les mostres amb valors destacats del fòsfor són les següents mostres: A9 (Mar Menuda), A15 (Llafranc), A30 (Cristus ses Torretes)

### **Rb**

Les mostres amb valors destacats del rubidi són les següents mostres: A12 (Extrem Nord Sant feliu de Guixols), A27 (Extrem sud Badia Palamós), A39 (Cala Pola)

### **Sb**

Les mostres amb valors destacats del antimoni són les següents mostres: A2 (Treumal), A15 (Llafranc), A16 (Pals)

### **Sc**

Les mostres amb valors destacats del escandi són les següents mostres: A2 (Treumal), A3 (Canyelles), A9 (Mar Menuda), A10 (Tossa de Mar), A13 (Extrem nord de la Fosca), A15 (Llafranc), A16 (Pals)

### **Sr**

Les mostres amb valors destacats del estronci són les següents mostres: A2 (Treumal), A13 (Extrem nord de la Fosca), A14 (Extrem sud de la Fosca), A15 (Llafranc), A17 (Fonda), A25 (Sant Pol)

### **Ta**

Les mostres amb valors destacats del tàntal són les següents mostres: A39 (Pola), A38 (Centre Badia Palamós)

### **Ti**

Es troba en percentatge. Les mostres amb valors destacats de titani són les següents mostres: A2 (Treumal), A3 (Canyelles), A9 (Mar Menuda), A13 (Extrem nord de la Fosca), A14 (Extrem Sud de la Fosca), A15 (Llafranc), A19 (El Castell), A26 (Extrem nord Badia de Palamós), A30 (Cristus ses Torretes).

### **Th i U**

Les mostres amb valors destacats de thori i urani són les següents mostres: A22 (Llorell), A2 (Treumal), A3 (Canyelles), A9 (Mar Menuda), A10 (Tossa de Mar), A13 (Extrem nord de la Fosca), A15 (Llafranc), A25 (Sant Pol), A39 (Pola).

### **W**

Les mostres amb valors destacats de wolfram són les següents mostres: A2 (Treumal), A10 (Tossa de Mar), A13 (Extrem nord de la Fosca), A14 (Extrem sud de la Fosca), A15 (Llafranc), A25 (Sant Pol), A39 (Pola).

### **Terres Rares (Y, La, Ce, Nd, Sm, Tb, Yb, Lu)**

Les mostres amb valors destacats de terres rares són les següents mostres: A22 (Llorell), A2 (Treumal), A3 (Canyelles), A9 (Mar Menuda), A10 (Tossa de Mar), A13 (Extrem nord de la Fosca), A15 (Llafranc), A25 (Sant Pol), A30 (Cristus ses Torretes), A39 (Pola).

## **7.2. Tractament estadístic i gràfic dels resultats**

En tota campanya de prospecció geoquímica, la primera fase en la interpretació dels resultats consisteix en condensar la gran quantitat de dades analítiques de que es disposa i extreure'n la informació més completa possible. La forma més exacta i objectiva de fer-ho és mitjançant el tractament estadístic d'aquests resultats.

El tractament estadístic univariant inclou el càlcul de dels paràmetres estadístics descriptius de les poblacions element a element i els gràfics descriptius de distribucions dels continguts de cada element, mitjançant histogrames.

Mitjançant el tractament estadístic multivariant s'analitzen les relacions subjacents entre les distribucions de tots els elements analitzats, reduint la informació aportada per tots ells a un número més petit de variables que poden explicar de una manera més clara el comportament dels elements i la seva variabilitat.

### **7.2.1. Tractament estadístic univariant**

El tractament univariant és bàsic en un estudi geoquímic, on la finalitat és determinar el model de distribució que segueix un element dintre d'una zona definida prèviament, en el nostre cas, la zona de la costa Brava des de Blanes fins a Begur. Aquest tractament s'ha aplicat a cadascun dels 50 elements químics.

A l'anàlisi univariant s'ha realitzat un anàlisi descriptiu per cada un d'aquests elements, mitjançant l'estimació dels estadístics de tendència central (mitja i mediana), distribució de freqüències (freqüència, màxim, mínim, simetria,...) i estadístic de dispersió (desviació típica).

També s'han realitzat histogrames de freqüències normal i lognormal, que han permès constatar la distribució de freqüències de les variables.

## Anàlisi element a element de l'anàlisi univariant

### ELEMENTS AMB NUL GRAU DE DISPERSIÓ

Els següents elements només en tenien molt pocs valors o cap per sobre del límit de detecció, per la qual cosa no es van tindre en compte a l'hora de fer el seu tractament estadístic, ja que per fer-ho és necessari un nombre de mostres que sigui rellevant. Aquests elements van ser: Ag, Cd, Mo, S, Bi, Br, Cs, Hg, Ir i Se.

En el cas dels elements que si s'han tingut en compte en el tractament estadístic, amb mostres per sota del límit de detecció, se lis ha assignat com a valor la meitat del seu límit de detecció.

### ELEMENTS AMB ESCÀS GRAU DE DISPERSIÓ

Els elements d'aquest grup presenten poca dispersió en comparació amb els del següent grup. Aquests elements són:

Al, Eu, Fe, Hf, K, Li, Mg, Mn, P, Sb, Sc, Ti, Tb, Lu, Ca, Sn, Co, Be

### ELEMENTS AMB ALT GRAU DE DISPERSIÓ

Es tracta d'elements amb una adequada distribució de freqüències, amb diversos comportaments gràfics, ja sigui com una distribució normal o quasi-normal, una distribució leptocúrtica (variables més concentrades a la mitja, gràfica més escarpada), mesocúrtica (variables més distribuïdes, gràfica menys escarpada) o asimètrica. Es tracta dels elements:

Au, Cu, Pb, Ni, Zn, As, Ba, Cr, Mn, Rb, Sr, Th, U, V, W, Y, La, Ce, Nd, Sm, Yb,

*A l'annex es mostra la taula amb les variables estadístiques de cadascun dels elements i algun dels histogrames de alguns dels elements...*

## 7.2.2. Tractament estadístic multivariant

És un mètode per detectar possibles associacions d'elements. Aquest procediment d'interpretació geoquímica es realitza amb la anàlisi multivariant, on s'utilitzen les relacions entre els diferents elements analitzats en les mostres agafades. El tractament és realitzat mitjançant un software per ordinador.

El mètode utilitzat per la interpretació de les dades en la anàlisi multivariant ha sigut la anàlisi de components principals, descartant els elements abans mencionats per tenir poques mostres per sobre del límit de detecció.

### DESCRIPCIÓ DE L'ANÀLISIS DE COMPONENTS PRINCIPALS

La seva finalitat és condensar la gran quantitat de informació de totes les mostres recollides, amb la utilització d'unes variables, anomenades factors, que contenen la informació essencial del conjunt de dades.

Aquests factors són una combinació lineal de les variables originals (els elements químics), i són independents entre sí. Per la interpretació dels factors, s'haurà de deduir observant la relació dels factors amb les variables inicials (observant tant el signe com la magnitud de les correlacions). La elecció dels factors es realitza de tal manera que el primer reculli la major proporció possible de la variabilitat original; el segon factor recollí la màxima variabilitat possible no recollida al primer, i així successivament. Del total de factors s'escolliran aquells que recullin el percentatge de variabilitat que es consideri suficient. A aquests se lis denominarà components principals. Una vegada seleccionats els components principals, es presenten en forma de matriu. Cada element d'aquesta representa els coeficients factorials de les variables (les correlacions entre les variables i els components principals). La matriu tindrà tantes columnes com components principals i tantes



files com variables. Una carga alta positiva i una alta negativa per dos elements dins de la mateixa component, simplement indiquen que tenen un comportament contrari. No existeix un criteri universal que indiqui a partir de quin valor es poden considerar com significatives les càrregues dels components. En aquest estudi s'han considerat com significatius els valors de les càrregues per sobre de 0,3.

## DESENVOLUPAMENT DE L'ANÀLISIS DE COMPONENTS PRINCIPALS

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Log Au	0,17	-0,16	0,05	0,67	0,20
Log (Cu	0,56	0,56	0,25	0,32	-0,20
Log (Pb	0,69	0,33	0,24	0,24	-0,08
Log Ni	0,25	0,55	0,66	0,15	0,21
Log (Zn	0,25	0,85	0,16	0,09	0,19
Log As	0,48	-0,12	0,61	-0,06	0,12
Log (Al)	0,08	0,95	-0,05	-0,08	0,03
Log Ba	0,32	0,35	0,17	0,57	-0,28
Log Cr	0,52	0,24	0,54	0,13	0,24
Log Eu	0,49	0,02	0,49	-0,29	0,24
Log Fe	0,70	0,08	0,61	0,06	0,18
Log Hf	0,63	-0,03	0,24	-0,51	0,23
Log K	0,02	0,82	-0,23	-0,03	-0,37
Log Li	0,00	0,89	0,26	0,00	0,19
Log Mg	0,14	0,42	0,51	-0,19	0,62
Log Na	-0,04	-0,19	-0,27	-0,12	-0,73
Log Rb	-0,25	0,36	0,03	-0,23	-0,70
Log Sr	0,15	0,71	0,18	-0,13	0,55
Log Ti	0,59	0,50	0,42	-0,06	0,31
Log Th	0,98	0,03	0,10	0,10	0,05
Log U	0,87	0,01	0,11	0,03	0,12
Log Y	0,87	0,44	0,13	0,01	0,15
Log La	0,96	0,04	0,15	0,14	0,10
Log Ce	0,97	0,03	0,15	0,12	0,07
Log Nd	0,89	0,29	0,18	0,07	0,09
Log Sm	0,97	0,03	0,15	0,09	0,08
Log Tb	0,63	0,06	0,21	-0,47	0,10
Log Yb	0,94	0,13	0,19	-0,05	0,10
Log Lu	0,96	0,05	0,16	-0,04	0,03
Log Ca	0,11	0,24	0,35	-0,29	0,77
Log Co	0,21	0,09	0,77	0,34	0,08
Log Sb	0,13	0,07	0,85	-0,15	0,19

A continuació es descriuen les característiques de cadascun dels factors:

### **FACTOR 1**

Associació formada per Th, U, Y, La, Ce, Nd, Lu, Fe, Sm, Yb (Pb, Cu, Ti, Tb, As, Cr i Hf)

És el factor que té més elements associats. Els elements abans mencionats són els que presenten càrregues més elevades, mentre que la resta d'elements presenten càrregues positives, però no tan rellevants com els altres. Els elements que es troben entre parèntesis presenten càrregues significatives e importants, però algú menys que les primeres. No es estrany que gairebé tots els elements associats pertanyin al grup de les terres rares (La, Ce, Nd, Lu, Y, Sm, Yb, Tb), o elements

que normalment es troben associades a elles (Th, U).

Aquesta associació està formada pels elements del grup dels lantànids Y, Sm, Yb, Tb, Ce, Nd, La i Lu. El element itri Y, es troba al mateix grup i pròxim període al lantà La. Tots aquests elements es troben associats entre ells, amb el nom de terres rares, degut entre altres coses a tenir radis iònics i comportaments químics molt similars entre si. L'aparició de elements com l'urani U i el tori Th, és perquè són elements comunament associats a terres rares. L'urani presenta isomorfisme com  $U^{4+}$  amb el Th i terres rares, que succeeix quan en un mineral un element químic és substituït per altre de similar radi iònic i semblant potencial de ionització. El ferro es troba comunament associat a arseni, plom, coure, crom, hafni i titani, i tots ells es cataloguen com a metalls de transició per compartir propietats.

Aquest tipus de associació és característica de zones amb granits alcalins, pegmatites, filons hidrotermals, entre altres.

Les platges on s'ha trobat en els sediments mostres amb valors elevats del factor 1 han sigut: Treumal, Canyelles, Mar Menuda, Tossa de Mar, Extrem nord de la Fosca, Llafranc, Llorell, Sant Pol, Cristus ses Torretes, i la Cala Pola.

També s'ha de remarcar que el fet que el factor sigui elevat no implica els elements tinguin valor alts, sinó que la correlació entre ells és alta.

## **FACTOR 2**

Associació formada per Al, K, Li, Sr, Zn (Cu, Ni, Mg, Y)

Els elements formats pel Al, K, Li i Sr presenten una associació molt clara, presentant unes càrregues molt elevades tots ells. El Cu, Ni i Zn, també presenten una contribució, però algú menor. L'alumini és sol trobar en minerals anomenats aluminosilicats (feldspats, minerals de les argiles, zeolites, miques, etc). Sempre apareix associat a elements com K (en feldspats potàssics (la no presència de Ca, implica poca plagiòclasis) i zeolites), K, Li, Sr, Mg, Cu, Zn (en minerals de la argila), la moscovita conté K i Al, la flogopita conté K i Mg, la lepidolita conté Li i Al, etc.

El K i Li es cataloguen com alcalins, el Sr i el Mg com alcalinoterris (molt propers en el mateix grup), el Zn, Cu i Ni com metalls de transició tots ells junts en el mateix període (comparteixen propietats químiques semblants, amb radis atòmics similars), i el Al com a metall del bloc p, però molt proper als de transició abans mencionats.

Aquest tipus de associació és pròpia de roques sedimentàries (gresos, lutites), però també podria ser de roques granítiques amb una composició àcida i alcalina (alt contingut en Al, K, Li, Mg, etc)

Les platges on s'ha trobat en els sediments mostres amb valors elevats del factor 2 han sigut:

Llafranc, Tamariu, Sa Conca, tant en l'extrem sud, i centre de Platja d'Aro, i en el centre de la badia de Palamós. Totes aquestes platges presenten un valor major que 0,3, que en geoquímica és el valor a partir del qual és considera significatiu. Els valor de Llafranc (aquesta platja presenta valors de elements molt elevats en la seva majoria), i el centre de Palamós els valor són més grans, per sobre de 0,7.

### FACTOR 3

Associació formada per Sb, As, Ni, Cr, Co, Fe, Mg.

Els elements anteriors són els que presenten càrregues més elevades en el factor 3, en especial el Co i el Sb per sobre de 0,75. També contribueixen en part elements com el europi Eu i el titani, amb càrregues per sobre de 0,3.

El cobalt es troba comunament associat amb elements com níquel, arseni i ferro.

Aquests tipus d'elements es solen trobar en roques ígnies de composició bàsica, podent-se trobar també en roques metamòrfiques, o filons hidrotermals.

Les platges on s'ha trobat en els sediments mostres amb valors elevats del factor 3 han sigut: Treumal, Extrem nord de Lloret de Mar, Llafranc, Pals, Extrem sud de sa Racó, Extrem nord i el centre de la Badia de Palamós. Totes aquestes platges presenten un valor major que 0,3, que en geoquímica és el valor a partir del qual és considera significatiu. Els valor de Llafranc (aquesta platja presenta valors de elements molt elevats en la seva majoria) per sobre de 2, i la platja de Pals els valors es troben per sobre de 3.

### FACTOR 4

Associació formada per Au, Ba (-Hf, -Tb)

És el factor que té menys elements associats. L'or i el bari són els que tenen una correlació significativa dintre d'aquest factor. L'hafni i el terbi són contraposats en relació amb el bari i l'or, és a dir si trobem en una platja bari i/o or, tindrem molt poca probabilitat de trobar-hi hafni i terbi.

Les platges on s'ha trobat en els sediments mostres amb valors elevats del factor 4 han sigut: Treumal, Blanes, centre i extrem sud de s'Avanell, Mar Menuda, Llafranc, Sa Riera i extrem sud de sa Racó.

En aquest factor succeeix que hi ha platges que tenen el factor 4 com a negatiu, molt per sota de 0,3, i en algunes molt per sota de 1. És el cas de les següents platges: Canyelles. Tossa de Mar, extrem nord i sud de la Fosca, Pals. Tamariu, el Castell, Sant Pol, Cristus ses Torretes, Pola i Canyet. Això implica que en aquestes platges la possibilitat de trobar or i bari és molt baixa.

### FACTOR 5

Associació formada per Ca, Mg, Sr (-Na, -K, -Rb)

Factor compost de tres elements amb càrrega positiva, que són el Ca, Mg i Sr. El Na, K, i Rb són contraposats amb els elements anteriors.

Aquests elements presenten una correlació clara, degut a roques calcàries (composades de carbonat de calci) i dolomies (carbonat de magnesi i calci). En el cas del estronci és un element que sol presentar-se en substitució isomorfa amb el calci, en el mineral aragonita (tamany del àtom similar entre el calci i l'estronci). El fet que no trobem Na, K i Rb ens està dient que no trobarem roques alcalines (Na, K i Rb), que solen correspondre a roques de composició pelítica, com poden ser lutites i gresos.

Les platges on s'ha trobat en els sediments mostres amb valors elevats del factor 5 han sigut: Sant

Pol, Mar Menuda, Extrem nord i sud de la Fosca, Fonda, sa Riera

En aquest factor succeeix que hi ha platges que tenen el factor 5 com a negatiu, per sota de 0,3. És el cas de les següents platges: Extrem nord de Lloret de Mar, extrem nord de Sant Feliu de Guíxols, Llafranc, sa Conca, Pola i el centre de la Badia de Palamós. Això implica que en aquestes platges la possibilitat de trobar calci, magnesi i estronci és baixa.

### **7. 3. Anàlisi dels resultats**

Abans de fer la anàlisi, s'ha de comentar alguns punts a tenir en compte:

- Hi han vegades que el fet de trobar una partícula una mica més gran, pot donar valors molt elevats. És el cas particular de l'or, que es troba en estat lliure.
- Són concentrats de 20 litres de sorra les mostres enviades a analitzar al Canadà, no són valors d'una mostra simple, si bé en comparativa amb els valors baixos continuen sent alts. Això vol dir que el fet que obtinguem un valor molt elevat en un element, no significa que si trobem la font, la seva explotació sigui rentable, ni molt menys, ja que torno a repetir que es tracta de una mostra agafada de 20 litres, de la qual s'ha concentrat una petita mostra dels minerals més pesants.

Hem considerat centrar-nos en la descripció dels següents elements degut a la seva importància, en dos grans conjunts, i l'or: Elements de les terres rares, i l'associació de Pb+Zn+Cu+As.

#### **ELEMENT Au**

A la mostra 9 s'ha trobat un valor molt elevat de 30000ppb, que pertany a la Mar Menuda, prop de Tossa de Mar. L'or no es troba lliure en aquesta mostra, per lo qual podia haver estat disseminat e integrat en minerals com plom i coure (elements que són elevats en aquesta mostra), o també associat amb sulfurs de ferro, com la pirita.

En la mostra 2 el valor és de 3590ppb, i en la mostra 20 el valor és de 1900ppb. En aquests casos l'or està lliure, podent-se associar a filons de quars. La mostra 20 en particular, es troba dintre de una zona de roques metamòrfiques on podrien trobar-se aquests filons, però també podria haver sigut aportat pel riu Ter, i haver arribat per la deriva litoral.

Altres mostres amb valors importants d'or, però molt per sota dels anteriors valors: l'extrem nord de la Badia de Palamós (363), platja Sant Pol (158), l'extrem nord de Platja d'Aro (299), Llorell (389), i l'extrem sud de Lloret de Mar (306).

#### **ELEMENTS DE LES TERRES RARES**

Grup de les terres rares, format pel La, Ce, Nd, Lu, Y, Sm, Yb, Tb, o elements que normalment es troben associades a elles (Th, U). Tal com havíem analitzat anteriorment, en l'anàlisi dels factors, les platges on s'ha trobat en els sediments mostres amb valors elevats del factor 1 han sigut: Treumal, Canyelles, Mar Menuda, Tossa de Mar, Extrem nord de la Fosca, Llafranc, Llorell, Sant Pol, Cristus ses Torretes, i la Cala Pola. Per lo qual totes aquests platges presenten una correlació molt alta entre aquests elements, tal com sol succeir en les terres rares entre els seus elements.

Analitzant cadascuna de les platges amb cert detall podem concloure que:

- La platja de Treumal presenta un contingut total de 3461,5ppm en terres rares. El contingut més alt que hi ha en les terres rares és el Ceri amb 1720ppm, seguit del lantà i el neodimi, el

- luteci en canvi, té una aportació mínima. El contingut en tori i urani és alt.
- La platja de Canyelles presenta un contingut total de 2594,0ppm en terres rares. El contingut més alt que hi ha en les terres rares és el Ceri amb 1190ppm, seguit del lantà i el neodimi, el luteci en canvi, té una aportació mínima. El contingut en tori i urani és alt
- La platja de la Mar Menuda presenta un contingut total de 30579,8ppm en terres rares. El contingut més alt que hi ha en les terres rares és el Ceri amb 15000ppm, seguit del lantà i el neodimi, el terbi en canvi, té una aportació nul·la. El contingut en tori i urani és alt, en particular del tori que arriba a les 5950ppm.
- La platja de la Tossa de Mar presenta un contingut total de 5468,1ppm en terres rares. El contingut més alt que hi ha en les terres rares és el Ceri amb 2710ppm, seguit del neodimi i el lantà, el luteci en canvi, té una aportació mínima. El contingut en tori i urani és alt.
- L'extrem nord de la platja de la Fosca presenta un contingut total de 1710,6ppm en terres rares. El contingut més alt que hi ha en les terres rares és el Ceri amb 743ppm, seguit del lantà i el neodimi, el terbi en canvi, té una aportació mínima. El contingut en tori i urani és alt.
- La platja de Llafranc presenta un contingut total de 2409,8ppm en terres rares. El contingut més alt que hi ha en les terres rares és el Ceri amb 1060ppm, seguit del lantà i el neodimi, el luteci en canvi, té una aportació mínima. El contingut en tori i urani és alt.
- La platja de Llorell presenta un contingut total de 2830,3ppm en terres rares. El contingut més alt que hi ha en les terres rares és el Ceri amb 1500ppm, seguit del lantà i el neodimi, el terbi en canvi, té una aportació mínima. El contingut en tori i urani és alt.
- La platja de Sant Pol presenta un contingut total de 1110,7ppm en terres rares. El contingut més alt que hi ha en les terres rares és el Ceri amb 448ppm, seguit del neodimi i el lantà, el luteci en canvi, té una aportació petita de 3,4, però per sobre del contingut en la resta de mostres. El contingut en tori i urani és alt.
- La platja de Cristus ses Torretes presenta un contingut total de 2149,2ppm en terres rares. El contingut més alt que hi ha en les terres rares és el Ceri amb 984ppm, seguit del lantà i el neodimi, el luteci en canvi, té una aportació petita de 2,9, però per sobre del contingut en la resta de mostres. El contingut en tori i urani és alt.
- La Cala Pola presenta un contingut en terres rares de 4758,6ppm. El contingut més alt que hi ha en les terres rares és el Ceri amb 2330ppm, seguit del neodimi i el lantà, el luteci en canvi, té una aportació petita de 4,7, però per sobre del contingut en la resta de mostres. El contingut en tori i urani és alt.

Si recordem la anàlisi geològica fet prèviament, juntament amb la anàlisi multicomponent fet de les platges, podem intentar predir d'on prové l'aportació dels materials:

- Treumal => L'aport principal seria de roques alcalines.
- Canyelles => L'aport principal seria de leucogranits, dics d'aprites i pegmatites.
- Mar Menuda i Tossa de Mar => L'aport principal seria del mineral monazita. Aquest es trobaria en pissarres negres (black shales) i roques metamòrfiques del Silurià i Ordovicià. Els granits alcalins d'edat posterior també podrien contenir elements de terres rares.
- Extrem nord de la Fosca => No té cap aport de riera. Una explicació podria ser degut a que en aquesta zona es troba el Cap Gros, que està format per cornianes i skarns.
- Llafranc => L'aportació principal seria de granits alcalins, i roques metamòrfiques del cambro-ordovicià.
- Llorell => L'aport principal seria de leucogranits, dics d'aprites i pegmatites.
- Sant Pol => L'aportació de la riera provenia de granodiorites porfíriques.
- Cristus ses Torretes => L'aportació principal seria de leucogranits, aprites i pegmatites
- Cala Pola => L'aportació de la riera provenia entre altres de granits alcalins, filons de porfirs de monzonítics a monzonosienítics.

## **ELEMENTS INTEGRATS PER Pb+Zn+Cu+As**

Aquests elements es troben dintre del grup dels calcòfils, elements amb una tendència a combinar-se amb el sofre.

Els elements com són el Pb, el Cu i el As es troben correlacionats entre ells en el factor 1, però essent la seva contribució menor que la resta d'elements que l'integren. Per altre banda, els elements Cu i Zn es troben correlacionats entre ells, dintre del factor 2, essent les seves contribucions menors en relació als altres elements. Això, observem una certa correlació entre Pb, Cu i As per una banda, Cu i Zn per una altra.

Les platges amb un alt valor del factor 1 són les mateixes platges riques en terres rares: Treumal, Canyelles, Mar Menuda, Tossa de Mar, Extrem nord de la Fosca, Llafranc, Llorell, Sant Pol, Cristus ses Torretes, i la Cala Pola.

Les platges altes en el factor 2 eren: Llafranc, Tamariu, Sa Conca, Extrem sud i centre de Platja d'Aro i el centre de la badia de Palamós

Es pot veure que la única platja alta en el factor 1 i 2 és la de Llafranc.

Analitzant cadascuna de les platges amb cert detall podem concloure que:

- La platja de Treumal presenta continguts importants de Cu i Pb, mentre que els continguts en Zn i As es troben dintre del valor de fons.
- La platja de Canyelles presenta un valor important de Zn, però els valors de Cu, Pb i As es troben molt per sota.
- La platja de la Mar Menuda presenta continguts importants de Cu, Pb i Zn.
- La platja de la Tossa de Mar presenta continguts importants de Cu, Pb i Zn..
- L'extrem nord de la platja de la Fosca presenta contingut important de Zn, mentre que la resta són valors de fons.
- La platja de Llafranc presenta continguts molt elevats en Cu, As, Pb i Zn. Són valors que distorsionen la estadística, ja que el fet de que siguin tan elevats és degut a la proximitat de les mines.
- La platja de Sant Pol presenta contingut important de Pb, mentre que la resta són valors de fons.
- El centre de platja d Aro presenta un valor important de de Zn, mentre que la resta són valors de fons.
- La cala Pola presenta continguts importants en Cu i Pb, mentre que la resta són valors de fons.

Deixant de banda l'aportació proporcionada pels factors i analitzant la taula del contingut en elements químics de les mostres, observem:

- La platja de Blanes presenta un contingut important de Pb
- L'extrem nord de Sant Feliu de Guíxols presenta valors importants de Pb i Zn.
- La platja de Pals presenta continguts importants en Zn i As.
- L'extrem sud de la platja de la Fosca presenta contingut important de Zn, mentre que la resta són valors de fons.
- L'extrem nord de la badia de Palamós presenta un valor important de Zn, mentre que la resta són valors de fons.

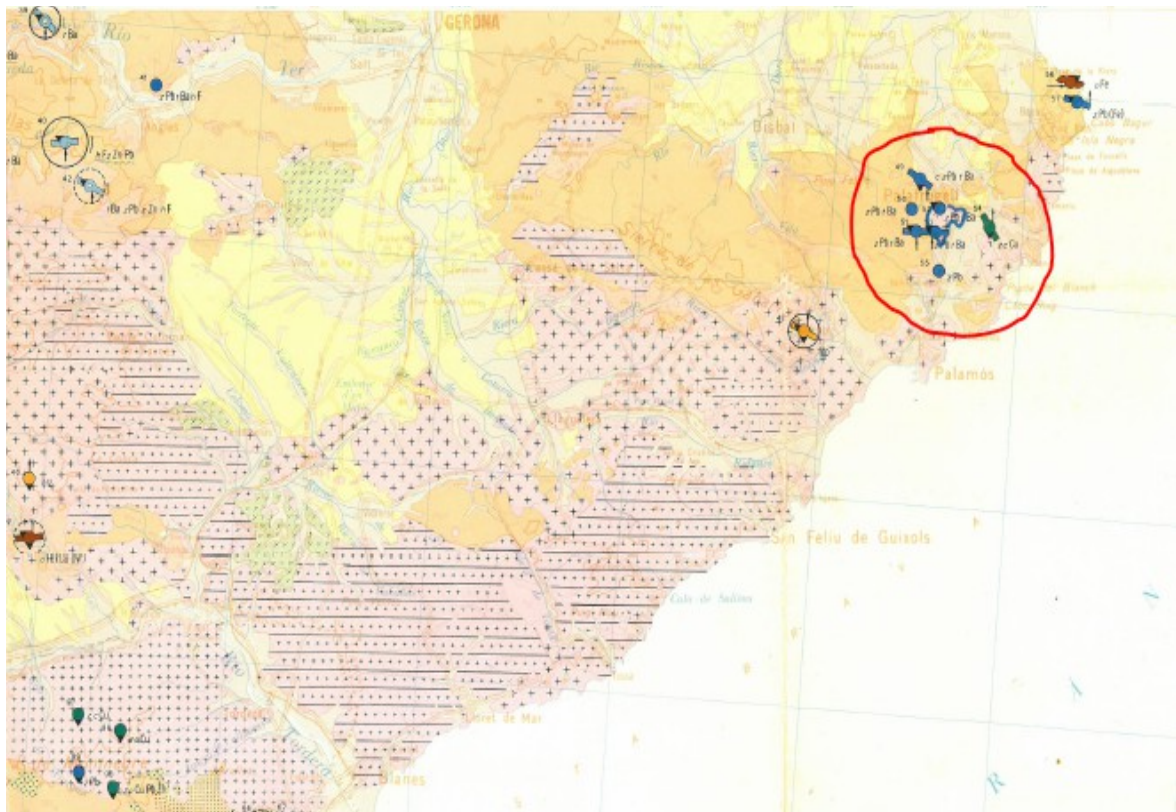


Si recordem la anàlisi geològica fet prèviament, juntament amb el anàlisi multicomponent fet de les platges, podem intentar predir d'on prové l'aportació dels materials:

- Treumal => L'aportació principal de granits alcalins, i possibles filons de galena, calcopirita o blenda.
- Canyelles => L'aportació principal de leucogranits, diès d'aplites i pegmatites.
- Mar Menuda i Tossa de Mar => L'aportació principal de aplites i pegmatites, leucogranits i granits alcalins. També es pot trobar galena associada a dipòsits metamòrfics.
- Extrem nord de la Fosca => No té cap aport de riera. Una explicació podria ser degut a que en aquesta zona es troba el Cap Gros, que està format per cornianes i skarns.
- Llafranc => Aport principal de les antigues mines de Galena, blenda i calcopirita amb baritina.
- Sant Pol => L'aport principal de filons de galena, calcopirita o blenda entre les granodiorites porfíriques
- Cala Pola => L'aportació principal de roques alcalines i filons de baritina amb galena.
- Centre de Platja d'Aro => Filons de granòfirs i quars, granodiorites i granits alcalins.
- Blanes => L'aportació principal els granits leucocràtics.
- Extrem Nord Sant Feliu de Guíxols => L'aportació principal els leucogranits
- Platja de Pals => L'aport principal granits alcalins, aplites i pegmatites.
- Extrem sud de la Fosca => No té cap aport de riera. Una explicació podria ser degut a que en aquesta zona es troba el Cap Gros, que està format per cornianes i skarns.
- Extrem Nord de la Badia de Palamós => L'aport principal granits alcalins i filons de galena, calcopirita o blenda.

Després de la anàlisi de les platges hem pogut observar certes peculiaritats:

- La mostra 9 correspon a la Mar Menuda, mentre que la mostra 10 correspon a la de Tossa de Mar. La mostra 9 és una mostra molt alta en variis elements, mentre que la mostra 10 encara ser alta en els mateixos elements, no arriba als valors tan elevats de la Mar Menuda. La riera de la platja cau al extrem sud de la Platja de Tossa de Mar, i de manera contigua al extrem nord de la Platja de Tossa, es troba la Platja de la Mar Menuda. L'aport de les dues platges prové de la mateixa riera i aquesta desemboca al extrem sud de la Platja de la Tossa de Mar, La deriva litoral hauria de afectar al contrari, és a dir enviar els sediments des de la Mar Menuda fins a Tossa de Mar, i ens trobem just el contrari, on la concentració és major a la Mar Menuda que a Tossa. Una possible explicació a aquest fet és que durant els dies que es van fer les recollides de les mostres va haver un enorme temporal per la zona de la Costa Brava, i d'alguna manera el vent hauria transportat tot el material aportat pel riu cap a dalt, a la zona de la Mar Menuda, augmentant la seva concentració en relació a l'aport normal. El vent que afecta a la deriva litoral és el vent de tramuntana, que prové del nord o nord-est i que va en direcció cap al sud.
- La mostra 15 que correspon a la platja de Llafranc, és una zona on hi han mines d'extracció de coure, plom i bari, Per això, el valor del coure és tan elevat, ja que els rius aporten material de les mines.



Fotografia que mostra la zona de mines, prop de la zona de Llafranc, on es troba la platja

- La mostra 2 de Treumal presenta un alt contingut en terres rares, coure i plom, mentre que la platja de Santa Cristina, mostra A-36, que es troba contigüa a aquesta i rep l'aport directe de la riera els seus continguts són baixos. Es podria explicar a partir de la deriva litoral, que portava el material desde Santa Cristina i el concentrava a allà.

## 8. CONCLUSIONS

Es va agafar un nombre de 40 mostres representatives de les platges de la Costa Brava, pel seu posterior anàlisi, i donar suficientment validesa als resultats. El volum va ser de 20 litres (uns 36 Kg ) que posteriorment concentrades mitjança'n un concentrador gravimètric del tipus KC Knelson 3,6, varen donar uns concentrats de minerals pesants. Aquestes concentrats es van enviar al laboratori Actlabs d'Ontario, al Canadà, on les varen analitzar amb tècniques d'anàlisi d'activació neutrònica i d'ICP.

Sobre les dades obtingudes, varem aplicar tractaments multicomponent i anàlisi multivariable de components factorials (ACP). Els diferents factors ens donen informació molt valuosa, pels tipus de correlació que tenen.

Després de l'anàlisi, i centrant-nos en particular en dos grans grups: el de les terres rares, i el grup dels calcòfils, vam determinar la importància de les associacions en varies de les platges i algunes d'elles amb valors força elevats per part d'aquest concentrats.

Les platges de Treumal, Canyelles, Mar Menuda, Tossa de Mar, Llafranc, Sant Pol i Pòla, presenten quantitats molt elevades tant en terres rares, com en calcòfils. Les platges de Llorell, l'extrem nord de la Fosca i Cristus ses Torretes, amb continguts elevats en terres rares, el centre de platja d'Aro i l'extrem nord de Sant Feliu de Guíxols en continguts de calcòfils.

L'anàlisi geològic dels cursos dels rius i rieres d'aquestes platges, van mostrar que l'aport havia de provenir principalment de granits alcalins, leucogranits, discs d'aprites i pegmatites, i roques metamòrfiques del Silurià i Ordovicià. L'aport dels calcòfils es trobava associat a possibles filons de galena, calcopirita i blenda amb ganga de baritina, que es poden contenir en roques metamòrfiques del Silurià i Ordovicià i granits alcalins, aprites i pegmatites, entre altres.

El fet de continguts molt elevats en els concentrats en terres rares i calcòfils només ens indica un interès en exploració de les seves fonts, ja que recordem que es tracta de concentrats.

Centrant-nos en particular en els casos de Llafranc i la Mar Menuda, amb concentracions molt elevades tant en terres rares, com en calcòfils, hi han varies explicacions. La platja de Llafranc es troba situada en una antiga zona minera amb explotacions de galena, baritina, blenda i calcopirita . El cas de la Mar Menuda és molt curiós, ja que presenta uns continguts molt més alts que els de Tossa de Mar, que es troba contigua a la de la Mar Menuda, però més al sud, i la deriva litoral hauria de fer que el contingut fos més alt a Tossa. La explicació és que els dies que es va fer la recollida de mostres va fer un enorme temporal, per lo que el fort oleatge va concentrar el material de Tossa, a la Mar Menuda, cap el nord. De totes formes, totes dues platges tenien concentracions altes, l'aport del qual provenia de pissarres negres amb monazites, i també podia vindre de granits alcalins.

La deriva litoral no ha tingut pràcticament cap tipus d'incidència en els resultats obtinguts, essent en casos com la platja de sa Riera, molt propera a les de Pals i sa Racó, que pot tenir algun efecte més notori, degut a la proximitat al riu Ter.

En definitiva els resultats mostren quantitats elevades en contingut en terres rares i calcòfils, en els concentrats de varies de les platges de la Costa Brava, que reflecteixen els materials geològics de les conques de les rieres que arriben a les platges. Degut a haver sigut recollides les mostres a l'hivern i amb grans temporals, fa que les dades siguin molt objectives, per la poca intervenció de l'home.

## 9. BIBLIOGRAFIA

### MAPES

- Mapa metalogenètic d'Espanya 1:200.000. Fulla 35, corresponent a Barcelona-Girona.
- Mapa geològic de Catalunya 1:250.000
- Mapa geològic de Catalunya 1:50.000
- Mapa topogràfic de Catalunya 1:250.000
- Mapa topogràfic de Catalunya 1:50.000

### LLIBRES I ARTICLES

- Enciclopèdia Catalana: Busca dels municipis i la seva economia
- Atles geològic de Catalunya
- Anàlisis per Activació neutrònica. José Luis Iturbe García. Departament de Química, Institut Nacional de Investigacions Nuclears.
- Mètodes analítics en geoquímica. Concepte de qualitat i precisió. Mètodes analítics per roca total. Mètodes analítics puntuals. Selecció de les tècniques analítiques adequades al problema
- Mineralogia de sòls. Eduardo Besaain M., Dr.Agr. Composició mineralògica del sòl. Minerals secundaris del sòl.

### PÀGINES WEB

- Idescat.cat: Municipis en xifres. Dades de població, nombre de hotels, càmpings, etc
- <http://www.periodni.com/es/> . Informació dels elements químics, i dels radis iònics, energies de ionització, etc
- <https://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/petro/> Classificació de les roques ígnies, sedimentàries i metamòrfiques
- <http://laboratoriotecnicasinstrumentales.es/analisis-quimicos/espectroscopa-de-plasma-icp-oes>. Tècnica ICP, Espectrometria de plasma
- <https://curiosoando.com/partes-por-millon>. Unitats de concentració en elements químics
- <http://www.gmalicante.org/mineralogia/asocimineral.htm>. Associacions minerals